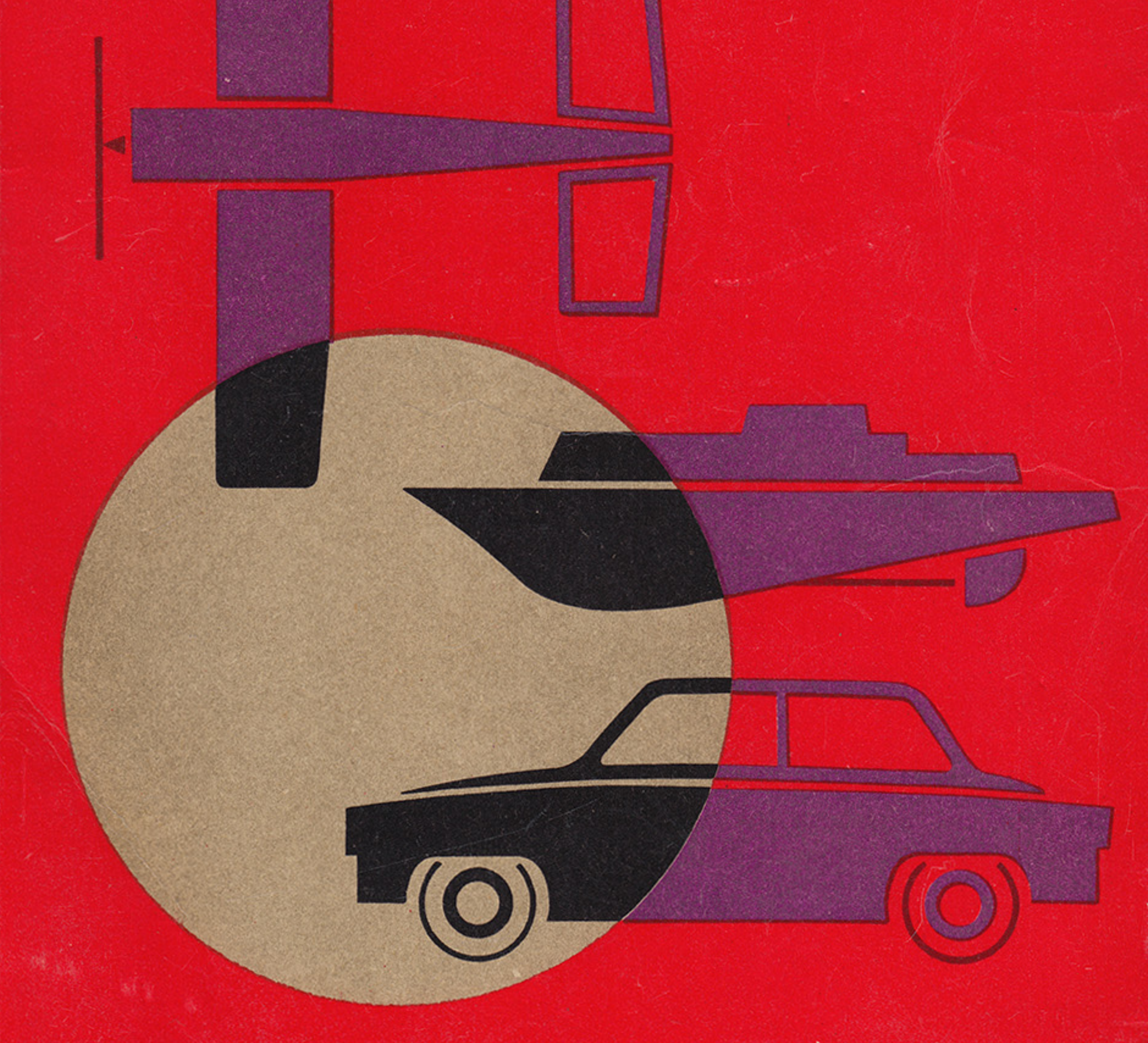
J. WOJCIECHOWSKI

budowa i pilotaż radiomodeli



WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI

INŻ. JANUSZ WOJCIECHOWSKI
II wicemistrz Europy w modelach zdalnie kierowanych

BUDOWA i PILOTAŻ RADIOMODELI

Janowi Polakowskiemu
za dobre postępy w nauce
B-c 25 VI - 1968 r.



WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

Opiniodawca
JAN MARCZAK

372.53:654.93

W książce omówiono sposoby samodzielnej budowy kompletnego jednokanałowego urządzenia do zdalnego kierowania modeli falami radiowymi oraz sześciu różnych modeli zdalnie kierowanych. Książka zawiera również podstawowe wiadomości teoretyczne z zakresu elektro- i radiotechniki. Ponadto, po raz pierwszy w naszej literaturze, opisano technikę pilotowania różnych radiomodeli, od pilotażu podstawowego do akrobacyjnego.

Liczne rysunki perspektywiczne oraz plany w skali 1:1 ułatwią Czytelnikowi bezbłędną budowę urządzeń i modeli.

Książka jest przeznaczona przede wszystkim dla radiomodelarzy i radioamatorów; może być również przydatna dla instruktorów zajęć politechnicznych w szkołach i młodzieżowych domach kultury oraz dla wszystkich interesujących się nowoczesną techniką.

Książka wiąże się tematycznie z inną książką tegoż autora, pt. „Zdalne kierowanie modeli” (WKŁ 1967 r.).

Okładkę projektowała
SEWERYNA ZAKOŚCIELNA

Redaktor
TERESA DRZAL

Redaktor techniczny
LEOKADIA ZWOLAKOWSKA

Korektor
JADWIGA GILEWICZ

Zdjęcia wykonali:
BERNARD KOSZEWSKI
JAN MARCZAK
JANUSZ WOJCIECHOWSKI

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI — WARSZAWA 1968

Wydanie I. Nakład 10 000 + 200 egz. Ark. wyd. 28,4. Ark. druk. 19,5. Oddano do składania 6.10.1967. Podpisano do druku i druk ukończono w marcu 1968 r. Papier ilustracyjny kl. V, 70 g. 70 × 100/16 z F-ki we Włocławku. Zamówienie P/174/67. K/5456. Cena zł 40.—

Prasowe Zakłady Graficzne RSW „Prasa” Bydgoszcz, Dworcowa 13. Zam. 3245 H-9

Poprawki naniesione

Błędy zauważone podczas druku

Str.	Wiersz		Jest	Powinno być
	od góry	od dołu		
15		7	1000 mikrowoltów	1000 miliwoltów
49		3	B V	6 V
49		9	DNE 00,5 mm	DNE 0,05 mm
49		14	0,5...10 F	0,5...μF
50	1		wiersz zbędny	
52	25		O — 1 kΩ	*R*3 — 1 kΩ
54		23	O i +	C i +
55		17	cewki O	cewki *L*1
63		20	z opornikiem O	z opornikiem *R*10
64		12	nr ∅ 10 mm	na ∅ 10 mm
104	Tablica	3—1	6.8.1966	6.8.1967
153		2	*B*. tg*ɒ*, gdzie — *ɒ*	*B*. tgα, gdzie — α
181	1		40% (500 obr/min	40% (5000 obr/min
184		10	Eeromodeller	Aeromodeller

J. Wojciechowski — *Budowa i pilotaż radiomodeli*

SPIS TREŚCI

Od autora

Który z modelarzy nie chciałby kierować z odległości swoich modeli, wzorem prawdziwych samolotów bez pilota, statków bez załogi, samochodów bez kierowcy?

To właśnie ma umożliwić niniejsza książka.

Zamiar jej napisania dojrzewał długo. Poprzedziły ją wydane już prace, które rozbudziły w naszym kraju zainteresowanie, zwłaszcza młodzieży, techniką zdalnego kierowania modeli. Wynikiem tego były liczne kursy szkoleniowe dla radiomodelarzy organizowane przez Ligę Obrony Kraju i Aeroklub PRL. Potem przyszedł czas na zawody. Najpierw skromne lokalne, potem ogólnokrajowe, wreszcie międzynarodowe, nawet — mistrzostwa Europy. Radiomodelarze polscy zaczęli odnosić sukcesy sportowe, ustanawiać rekordy, jednym słowem — nowoczesna technika wkroczyła na stałe do naszego modelarstwa. Nadszedł więc czas, aby podsumować dotychczasowe doświadczenia, własne i zagraniczne, oraz spróbować nakreślić perspektywy rozwojowe radiomodelarstwa w naszym kraju.

Radiomodelarstwo to współczesna forma modelarstwa tradycyjnego. Rozwój zdalnego kierowania modeli jest prawidłowością sprawdzoną w skali całego świata. Jeszcze dziesięć lat temu radiomodelarstwem w Polsce zajmowało się zaledwie kilka osób; dziś są już tysiące, a w całym świecie — miliony radiomodelarzy. Liczby te stale wzrastają i to coraz gwałtowniej.

Radiomodelarstwo w chwili obecnej zostało powszechnie uznane za najbardziej wszechstronną i perspektywiczną formę politechnizacji młodzieży. Łączy ono bowiem w najatrakcyjniejszej postaci elementy wiedzy z dziedziny mechaniki, elektrotechniki, radiotechniki, elektroniki i automatyki — wiadomości i zainteresowania niezbędne obywatelowi nowoczesnego państwa. Z drugiej strony radiomodelarstwo staje się coraz powszechniejszą formą czynnego wypoczynku — relaksu — dla dorosłych, ludzi pracy z różnych zawodów. Tu łączy ono elementy sportu uprawianego w ruchu na świeżym powietrzu z najnowszą techniką, która urzeka swą pozorną tajemniczością. Każdy start modelu zdalnie kierowanego ma posmak prawdziwej przygody technicznej. Ale dziś modele zdalnie kierowane to już nie tylko porywająca rozrywka, lecz także cenny pomocnik w pracy niejednego uczonego, konstruktora i wynalazcy.

Niniejsza książka ma wprowadzić Czytelnika w technikę zdalnego kie-

rowania modeli poprzez podanie podstawowych wiadomości teoretycznych niezbędnych do uzyskania zezwolenia na posiadanie i użytkowanie radiowego urządzenia nadawczego oraz poprzez praktyczne wskazówki, jak zbudować tanie, proste i kompletne urządzenie kierujące. Dla ułatwienia, wiadomości teoretyczne są ujęte w formie pytań i odpowiedzi, zaś opisane urządzenia kierujące są zbudowane na płytkach z obwodami drukowanymi, co wydatnie zmniejsza możliwość popełnienia błędów montażowych.

Dalej znajdziemy rysunki wykonawcze w podziałce 1:1. kilku różnych modeli latających, pływających i kołowych, opracowanych specjalnie do zdalnego kierowania i aparatury kierującej opisanej w tej książce.

Ważną sprawą jest umiejętność kierowania radiomodelami. Temu zagadnieniu poświęcamy wiele uwagi wraz z omówieniem najczęściej spotykanych błędów.

*Natomiast projektowanie urządzeń kierujących, ich systemy, zalety i wady, zostało szczegółowo omówione w książce „Zdalne kierowanie modeli" *. Jej zakres tematyczny obejmuje wszelkie nowoczesne aparatury kierujące, począwszy od jednokanałowych, a kończąc na złożonych aparaturach do kierowania proporcjonalnego w systemach analogowym i liczącym. Tam też podano przegląd najlepszych aparatur kierujących produkcji fabrycznej. Wiele tematów, że wymienię tylko: systematykę układów, miernictwo specjalne, produkcję przemysłową, technikę kierowania proporcjonalnego, pilotaż radiomodeli, analizę rozwoju technicznego i sportowego zdalnego kierowania — stanowi pierwszą próbę ujęcia tych zagadnień w języku polskim; niektóre z nich nie mają dotąd odpowiedników w publikacjach zagranicznych.*

Aby uniknąć zbędnego powtarzania się, odsyłam niekiedy Czytelników do innych swoich prac, w których dane zagadnienie zostało szerzej omówione. Dotyczy to przede wszystkim możliwości rozwojowych i innych wersji urządzeń opisanych w niniejszej książce i nie stanowi istotnej przeszkody w jej lekturze.

Warto też wspomnieć o pozornym paradoksie. Otóż panuje pogląd, że aparatura kierująca dla radiomodeli latających musi być jak najlższejsza, zaś ciężar w radiomodelach pływających nie gra żadnej roli. W rzeczywistości jednak rzecz się ma niekiedy odwrotnie. Mały ciężar wyposażenia jest znacznie ważniejszy dla wyczynowych radiomodeli pływających niż latających (oczywiście z wyjątkiem mikromodeli). Tutaj każdy zbędny gram ciężaru obniża prędkość będącą podstawą sukcesów sportowych.

Pragnąłbym podziękować Wydziałowi Modelarstwa Zarządu Głównego Ligi Obrony Kraju, Wydziałowi Kół Lotniczych i Modelarstwa Zarządu Głównego Aeroklubu PRL i Zarządowi Głównemu Polskiego Związku Krótkofalowców za popieranie rozwoju radiomodelarstwa w Polsce i życzliwe patronowanie wielu inicjatywom autora książki.

* J. Wojciechowski: Zdalne kierowanie modeli. Poradnik modelarza i radioamatora. WKŁ, Warszawa 1967.

Dziękuję też wszystkim Kolegom — czołowym radiomodelarzom w kraju oraz z ZSRR, CSRS, Bułgarii, NRD, Austrii, Belgii, Francji, NRF, Szwajcarii i USA — za cenne uwagi wyrażone w dyskusjach lub korespondencjach na tematy techniczne zdalnego kierowania, które mogłem wykorzystać przy opracowaniu książki. Szczególnie wiele zawdzięczam moim najbliższym, długoletnim współpracownikom: Julianowi Falęckiemu, Andrzejowi Łączyńskiemu, Zenonowi Korsakowi i Stanisławowi Matuszczakowi — za pomoc w projektowaniu, budowie i próbach modeli oraz urządzeń kierujących opisanych w książce.

A teraz kilka uwag ogólnych i metodycznych, które jak sądzę mogą być przydatne dla przyszłych radiomodelarzy. Ujmiemy je w formę pytań. Oto one:

Od czego zależy powodzenie w budowie pierwszej aparatury kierującej?

— Od stosowania tylko sprawdzonych części radiowych, których dane nie różnią się więcej niż ±10...20% od wartości pokazanych na schemacie. Sprawdzić należy również nowe części zakupione w sklepach.

— Od cierpliwości. Jeśli jesteśmy pewni jakości użytych części, a mimo to coś nam nie wychodzi, należy całość spokojnie rozmontować i złożyć powtórnie z tych samych części, i tak dalej, aż do skutku. Praktyka wykazuje, że urządzenie zaczyna działać mniej więcej po dziesiątym kolejnym montażu. Po prostu niezbędne jest nabycie pewnego zasobu własnych doświadczeń, a tego niestety nie zastąpi żadna lektura. Jeśli urządzenie zacznie działać od razu po pierwszym montażu, świadczy to, że albo jesteśmy już doświadczonymi radioamatorami, albo mamy wrodzony talent, albo... wyjątkowe szczęście. I jeszcze jedna ważna rzecz: należy montować urządzenia członami, jak opisano, a nie od razu w całości od początku do końca. Każdy człon sprawdzamy i zanim nie będziemy zadowoleni z jego działania, nie przystępujemy do dalszego montażu. W ten sposób zaoszczędzimy sobie wiele pracy i niepotrzebnych rozczarowań.

— Od pomocy specjalisty-instruktora zdalnego kierowania lub zaawansowanego kolegi-krótkofalowca. Pomoc zwykłego radioamatora, biegłego w budowie i naprawach odbiorników radiofonicznych lub telewizyjnych, niewiele nam się przyda.

Od czego zależy powodzenie w budowie pierwszego radiomodelu?

— Od zbudowania wypróbowanego modelu według gotowych rysunków bez wprowadzania własnych zmian.

Od jakich radiomodeli należy zaczynać?

— Od modeli pływających lub kołowych, przechodząc po nabraniu doświadczenia w obsłudze aparatury kierującej do modeli latających, w kolejności: od szybowca do modelu z napędem.

Od czego zależy powodzenie w pierwszych startach radiomodeli?

— Od wypróbowania i wyregulowania modelu w pierwszych startach przez zaawansowanego radiomodelarza lub instruktora. Odnosi się

to przede wszystkim do radiomodeli latających, ale jest słuszne i dla pozostałych rodzajów modeli.

— Od niepływania zbyt daleko.

— Od nielatania zbyt nisko.

— Od ograniczenia się do obsługi tylko steru kierunku i najwyżej regulacji pracy silnika.

Od czego zależy powodzenie w startach na krajowych i międzynarodowych zawodach radiomodeli?

— Od treningu, treningu i jeszcze raz treningu. A przy tym trzeba dobrze znać wszystkie potrzeby i możliwości techniczne swego modelu oraz aparatury kierującej i mieć do nich pełne zaufanie. Gdy mamy dobrze opracowany i przygotowany model oraz aparaturę kierującą i umiemy się skoncentrować w chwili startu — sukces należy do nas.

Jeśli zostanę pokonany na zawodach radiomodelarskich przez Czytelników mojej książki, będzie to dla mnie pełną satysfakcją.

A więc do spotkania na starcie!

Warszawa, luty 1968 r.

Niektóre sukcesy sportowe i techniczne uzyskane przez różnych radiomodelarzy z modelami lub aparaturą kierującą opisanymi w tej książce

- Pierwsze miejsce w Ogólnopolskim Konkursie Twórczości Radioamatorskiej.
- Trzecie, piąte i dziesiąte miejsce w Mistrzostwach Europy radiomodeli pływających.
- Trzy drugie i jedno trzecie miejsce na międzynarodowych zawodach radiomodeli pływających.
- Siedem pierwszych, pięć drugich i cztery trzecie miejsca w mistrzostwach Polski radiomodeli pływających.
- Siedem pierwszych, cztery drugie i jedno trzecie miejsce w ogólnopolskich zawodach radiomodeli pływających.
- Dwa pierwsze i dwa szóste miejsca w ogólnopolskich zawodach radiomodeli latających.

ROZDZIAŁ 1

ZDALNE KIEROWANIE MODELI — BEZ TAJEMNIC

Zdalne kierowanie — to określenie spotykane dziś niemal codziennie w prasie czy radiu. Coraz częściej słyszy się je również w rozmowach nawet wśród osób odległych zawodowo od techniki, a tym bardziej radioelektroniki.

Zdalnie kierowane rakiety, samoloty czy pociągi, te współczesne pojazdy-widma, urzekają niezwykłością i tajemniczością swych urządzeń, które zmuszają martwe przecież maszyny do posłusznego wykonywania rozkazów wydawanych z odległości przez człowieka.

Cud? Oczywiście, ale techniki naszych czasów!

Poczucie panowania nad mechanizmami-robotami urzeka każdego, kto zetknął się praktycznie z radiotelemechaniką, dziedziną techniki zajmującej się właśnie bezprzewodowym kierowaniem maszyn i urządzeń z odległości, czyli kierowaniem zdalnym.

Pierwszym stopniem wtajemniczenia jest tutaj radiomodelarstwo. Obejmuje ono zarówno zdalnie kierowane modele samolotów, statków czy pojazdów naziemnych, jak i kierowanie kukieł ludzkich czy zwierzęcych, obsługę z odległości kamer fotograficznych lub filmowych, a także odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych oraz innego sprzętu domowego. A zdalne otwieranie wrót garażowych, czy nawet kierowanie ciągników rolniczych bez załogi? To również nie przekracza twórczych możliwości radiomodelarzy. W ten sposób w pewnym miejscu zaciera się granica pomiędzy arcyciekawą i pouczającą rozrywką a praktyczną przydatnością radiomodelarstwa do celów gospodarki narodowej czy usprawnienia naszego życia domowego.

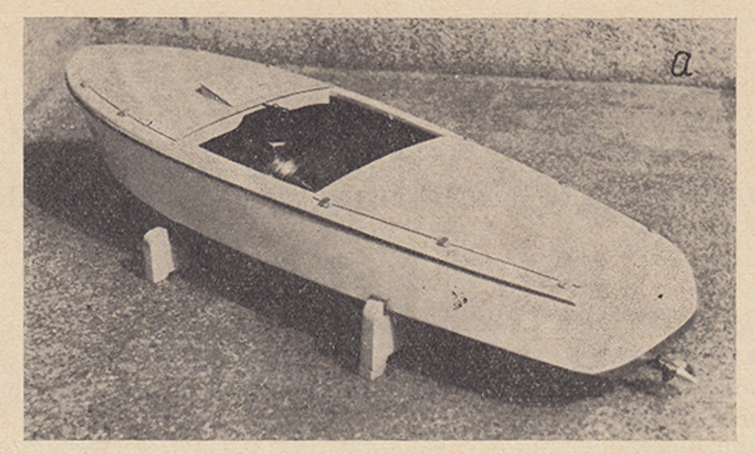
Ale to jeszcze nie wszystko. Ponieważ radiomodelarstwo wykorzystuje praktyczne wszystkie podstawowe elementy klasycznej elektro- i radiotechniki, lecz w urządzeniach możliwie najprostszych, a przy tym z reguły miniaturowych — stanowi ono doskonałą szkołę wstępną dla przyszłych mistrzów fal krótkich i ultrakrótkich, dla amatorów-krótkofalowców.

Chociaż szeroki rozwój radiomodelarstwa w naszym kraju trwa już blisko piętnaście lat, wciąż jeszcze panuje dość powszechne przekonanie, że zdalne kierowanie modeli, to:

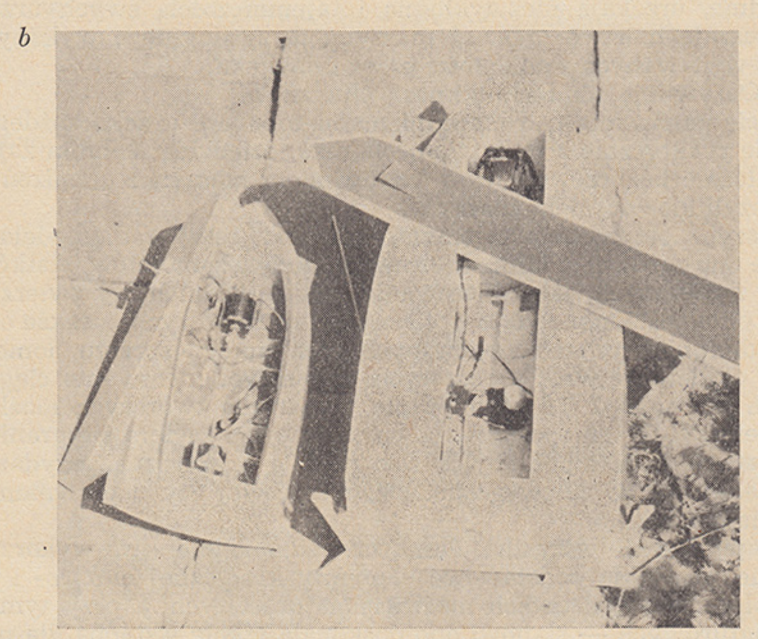
— zajęcie lub rozrywka tak trudna, że dostępna praktycznie tylko dla inżynierów,
— gąszcz niesamowitych wprost przepisów prawnych i wymyślnych utrudnień,
— przedsięwzięcie niezwykle kosztowne, a przy tym związane nierozłącznie z trudnościami w zdobyciu potrzebnych części do budowy urządzeń kierujących.

Na szczęście rzeczywistość jest zgoła inna. Istotnie, przed laty inżynierowie zaczęli uprawiać radiomodelarstwo, ale właśnie ich doświadczenia doprowadziły do tego, że już obecnie czternastoletni młodzieńcy z powo-

a



b



Rys. 1-1. Radiomodele zbudowane według rysunków wykonawczych opracowanych przez autora książki

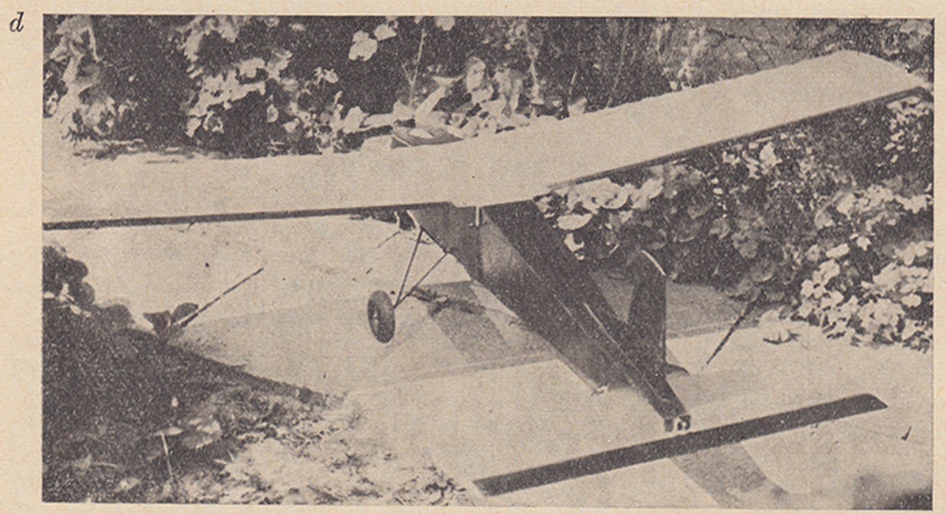
a — ISKRA, model pływający z napędem mechanicznym (2,5...10 cm^3); szybki ślizg trzypunktowy, *b* — BŁYSK, model pływający z napędem elektrycznym (30 W i 120 W); szybki model ślizgu w wersji 30 W i 120 W

dzeniem budują sprawnie działające urządzenia, a dziesięcioletni malcy potrafią kierować zdalnie modelami nie gorzej od dorosłych. Zresztą na pytanie: czy budowa urządzeń do zdalnego kierowania modeli jest naprawdę trudna, odpowiemy sobie sami po wykonaniu aparatury opisanej właśnie w tej książce. Do tego celu nie będą potrzebne dyplomy uniwersyteckie. Wystarczą dobre chęci, nieco staranności i cierpliwości.

Teraz o przepisach. Rzeczywiście, aby móc budować i użytkować własne radiowe urządzenia nadawcze do zdalnego kierowania modeli, trzeba mieć imienne zezwolenie, zwane potocznie licencją, wydawane

c

d



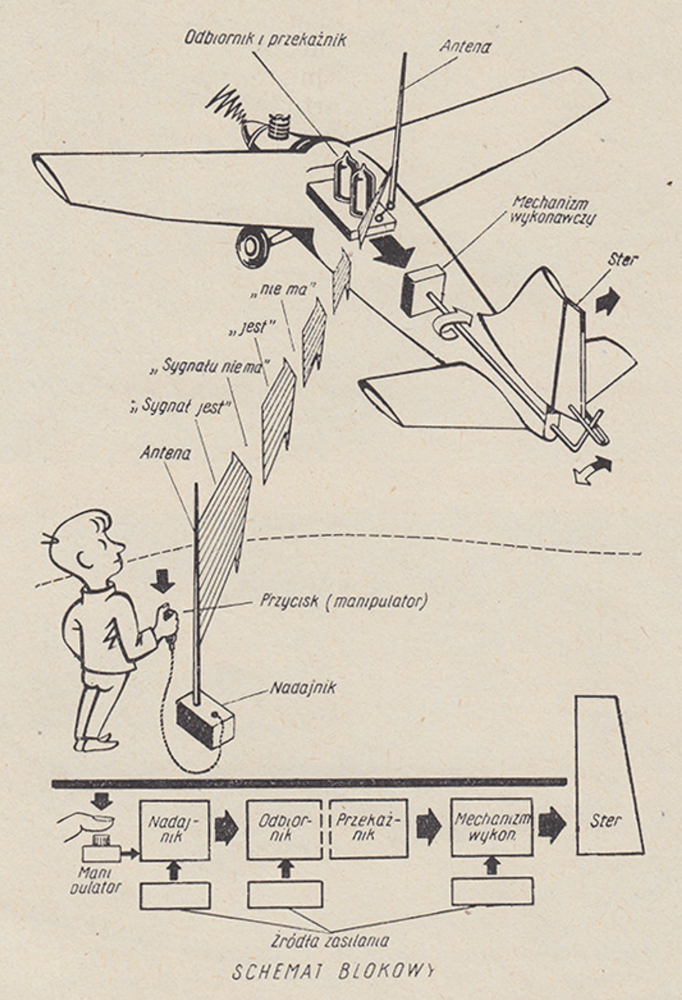
Rys. 1-1 Radiomodele zbudowane według rysunków wykonawczych opracowanych przez autora książki

c — STERUS 4, szybowiec zboczowy; wersja modelu STERUS 5 z uniesionym usterzeniem poziomym, *d* — NEUTRON, model akrobacyjny z napędem mechanicznym (6...10 cm^3)

przez Ministerstwo Łączności. Nawet jeśli nadajnik ten ma minimalną moc i jest na przykład tranzystorowy.

To nie jest wcale jakiś wymysł biurokratyczny mający na celu zahamowanie rozwoju naszego radiomodelarstwa lub ograniczenia go do zamkniętego kręgu osób. Przepisy dotyczące radiostacji amatorskich, a więc i zdalnego kierowania modeli są międzynarodowe i nie ma kraju na świecie, w którym ktoś mógłby robić tylko to, co mu się podoba. Inaczej nie byłoby normalnej łączności radiowej, wszyscy wzajemnie by sobie przeszkadzali. Dlatego też na całym świecie wprowadzono zezwolenia, zobowią-

zujące ich posiadaczy do przestrzegania warunków technicznych przewidzianych dla danego rodzaju radiowych urządzeń nadawczych, w naszym przypadku — nadajników do zdalnego kierowania modeli.



Rys. 1-2. Zasada działania najprostszego urządzenia do zdalnego kierowania modeli. Nadajnik wysyła sygnały radiowe, które chwytane przez antenę w modelu, wzmocnione i przekształcone przez odbiornik uruchamiają czuły przekaźnik ujawniający, a ten z kolei doprowadza prąd do mechanizmu wykonawczego powodującego wychylenia steru

W Polsce obowiązują następujące przepisy techniczne dotyczące nadawczych urządzeń radiowych przeznaczonych do zdalnego kierowania modeli:

1) **moc maksymalna** — 2 W (jest to moc prądu stałego doprowadzona do anody lub kolektora stopnia końcowego nadajnika);

2) **częstotliwość robocza** — 27, 12 MHz (11,06 m) z tolerancją częstotliwości ±0,6% (26,957 MHz÷27,282 MHz);

3) **rodzaje emisji** — A1 (manipulowana fala nośna niemodulowana) i A2 (manipulowana fala nośna o modulowanej amplitudzie);

4) **natężenie pola elektrycznego,** wytwarzanego przez drgania harmoniczne i pasożytnicze w odległości 30 metrów od nadajnika, nie powinno przekraczać 30 μV/m (mikrowoltów na metr).

Brzmi to nader uczenie, ale w celu uspokojenia Czytelników niezbyt jeszcze biegłych w terminologii radiotechnicznej wyjaśniamy od razu, że wszystkie te warunki spełnia nadajnik poprawnie wykonany według opisu zamieszczonego w tej książce. Warto też dodać, że powyższe warunki obowiązują radiomodelarzy niemal na całym świecie, co ułatwia udział w licznych zawodach i konkursach międzynarodowych, o czym jeszcze będziemy mówili.

A teraz pytanie zasadnicze: co to jest zdalne kierowanie modeli?

Zdalne kierowanie modeli polega na wykorzystaniu właściwości fal radiowych do jakby niewidzialnego przedłużenia naszych ramion umożliwiającego poruszanie z odległości koła sterowego lub kierownicy w modelu.

Zasada działania najprostszego urządzenia do zdalnego kierowania modeli została pokazana i omówiona na rysunku 1-2. Widzimy tam zasadnicze części urządzenia, nadajnik z manipulatorem, odbiornik z przekaźnikiem, mechanizm wykonawczy oraz źródła zasilania — zapewniające wszystkim tym urządzeniom stały dopływ energii elektrycznej niezbędnej do pracy. Sygnały z nadajnika wysyłamy w postaci impusów, otrzymywanych przez chwilowe zwieranie i rozwieranie przycisku w manipulatorze. Są to nasze rozkazy przekazywane do modelu i tam przekształcane w żądane czynności sterowania. I to właściwie wszystko, co na razie musimy wiedzieć.

1.1. Jak zostać radiomodelarzem?

Przede wszystkim musimy się zastanowić, czy interesuje nas budowa własnych urządzeń radiowych, czy też tylko samo kierowanie modeli, a jeśli tak — to jakich.

Trzy organizacje społeczne sprawują zasadniczo władzę nad radiomodelarstwem w Polsce. Są to Polski Związek Krótkofalowców (w skrócie **PZK**), Aeroklub Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej (w skrócie **APRL**) oraz Liga Obrony Kraju (w skrócie **LOK**). Polski Związek Krótkofalowców pośredniczy we wszystkich staraniach, mających na celu uzyskanie indywidualnego zezwolenia dla radiomodelarza, bez względu na jego przynależność organizacyjną (APRL, LOK, ZHP, Pałac Młodzieży, MDK itp.). To jest droga dla radiomodelarzy o zainteresowaniach i ambicjach radioamatorskich.

Ale APRL i LOK mogą posiadać w swoich klubach modelarskich kompletne urządzenia kierujące produkcji fabrycznej, dopuszczone przez władze łączności do użytku przez członków tych organizacji pod warunkiem niedokonywania jakichkolwiek zmian w nadajnikach, które są opatrzone plombami. Zezwala się tu jedynie na wymianę lamp i baterii zasilających. Poza tym w wielu ośrodkach APRL i LOK istnieją klubowe nadajniki do zdalnego kierowania modeli, znajdujące się pod opieką uprawnionych instruktorów i dostępne dla zrzeszonych modelarzy. To są drogi dla radiomodelarzy interesujących się wyłącznie kierowaniem modeli i nie mających ambicji posiadania własnej radiostacji indywidualnej oraz dla młodzieży w wieku do piętnastu lat.

Wspomniane organizacje posiadają blisko dwa tysiące klubów i modelarni na terenie całego kraju, a liczba ta stale wzrasta. Wystarczy więc

udać się do najbliższego ośrodka APRL lub LOK, aby praktycznie od razu rozwiązać wszystkie trudności natury prawnej, a nawet sprzętowo-materiałowej. Jeśli nie znamy adresów pobliskich modelarni, piszemy krótki list:

Imię i nazwisko   Data
Wiek i zawód
Dokładny adres

Zarząd Główny Ligi Obrony Kraju
Wydział Modelarstwa
Warszawa, ul. Chocimska 14

Proszę o podanie mi adresu najbliższej modelarni lub klubu, w którym mógłbym budować interesujące mnie zdalnie kierowane modele (tu podajemy rodzaje: latające, pływające lub kołowe) oraz miejsca i czas działania najbliższej komisji egzaminacyjnej na świadectwo uzdolnienia.

(podpis)

Gdy interesują nas wyłącznie modele latające, zwłaszcza wyczynowe, list adresujemy następująco:

Aeroklub
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej
Wydział Kół Lotniczych i Modelarstwa
Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 55

Do listu wskazane jest dodać kilka zdań informujących o naszym dotychczasowego dorobku modelarskim i radioamatorskim, a więc czy jesteśmy radiomodelarzami początkującymi, czy też zaawansowanymi.

Przynależność do klubu czy modelarni LOK lub APRL ułatwia nam również staranie o zezwolenie na posiadanie i używanie indywidualnej radiostacji do zdalnego kierowania modeli.

Zezwolenie takie, nazywane oficjalnie zezwoleniem kategorii trzeciej, może uzyskać osoba, która:

— ukończyła piętnasty rok życia,
— posiada wykształcenie podstawowe,
— jest członkiem klubu lub organizacji zarejestrowanej w Polskim Związku Krótkofalowców (PZK),
— posiada świadectwo uzdolnienia.

Wniosek o zezwolenie jest przesyłany do Ministerstwa Łączności poprzez organizację macierzystą radiomodelarza za pośrednictwem PZK. Chociaż załatwiane to jest właśnie przez organizację, do której należy radiomodelarz, to jednak dla zorientowania przypomnijmy, co taki wniosek powinien zawierać. A więc:

— imię, nazwisko i adres radiomodelarza,
— miejsce założenia lub przechowywania radiostacji,
— świadectwo uzdolnienia radiomodelarza,
— życiorys i zdjęcie radiomodelarza,
— ogólną charakterystykę techniczną radiostacji,
— poparcie z klubu czy organizacji zarejestrowanej w PZK,
— opłatę skarbową w wysokości 36 (20+10+3×2) złotych oraz opłatę organizacyjną PZK (5+60 złotych).

Są to załączniki tak oczywiste, że bliższych wyjaśnień może wymagać tylko punkt dotyczący świadectwa uzdolnienia. Otóż świadectwo uzdolnienia jest wydawane na podstawie egzaminu składanego przez radiomodelarza przed komisją zatwierdzoną przez Ministerstwo Łączności.

O miejscu i czasie egzaminów, odbywających się na terenie całego kraju, informują Wydziały Modelarstwa LOK i APRL, których adresy już podaliśmy.

Zezwolenie na posiadanie i używanie radiostacji indywidualnej jest wydawane na okres trzech lat, po czym się je odnawia, lecz już bez zdawania egzaminu.

Dodajmy jeszcze, że pełny tekst Rozporządzenia Ministra Łączności z dnia 13 kwietnia 1964 roku w sprawie warunków udzielania zezwoleń na posiadanie i używanie radiostacji amatorskich i doświadczalnych, zawiera Dziennik Ustaw PRL Nr 15, z dniach 27 kwietnia 1964 roku, pozycja 88 oraz Instrukcja Zarządu Głównego Polskiego Związku Krótkofalowców wydana w 1966 roku.

Poza tym radiomodelarze, nawet ci z odległych zakątków kraju, nie są wcale osamotnieni w swoich poczynaniach. Wszelkie informacje oraz porady są stale udzielane przez specjalistów po nadesłaniu zapytań do redakcji miesięczników „Radioamator i Krótkofalowiec", „Modelarz" oraz tygodnika „Skrzydlata Polska". Zapamiętajmy więc adresy redakcji tych czasopism:

— „Radioamator i Krótkofalowiec" — Warszawa, ul. Nowowiejska 1;
— „Modelarz" — Warszawa, ul. Chocimska 14;
— „Skrzydlata Polska" — Warszawa, ul. Widok 8.

Działalność sportowa radiomodelarzy jest naprawdę urozmaicona i rozwija się z każdym rokiem. Oprócz stałych wystaw i konkursów twórczości radioamatorskiej oraz modelarskiej urządzane są rokrocznie mistrzostwa Polski modeli zdalnie kierowanych — latających, pływających i kołowych. Najlepsi zawodnicy biorą następnie udział w zagranicznych zawodach radiomodeli latających i pływających, organizowanych przez międzynarodowe stowarzyszenie sportów lotniczych (w skrócie FAI) lub modelarstwa wodnego (NAVIGA), do których należy również Polska. Poza tym rozgrywane są tradycyjne zawody z udziałem radiomodelarzy z krajów socjalistycznych.

Wymagania egzaminacyjne na świadectwo uzdolnienia dla radiomodelarzy są bardzo łagodne.

Zakres niezbędnych wiadomości teoretycznych ujętych w formie pytań i odpowiedzi podajemy poniżej.

Wiadomości ogólne

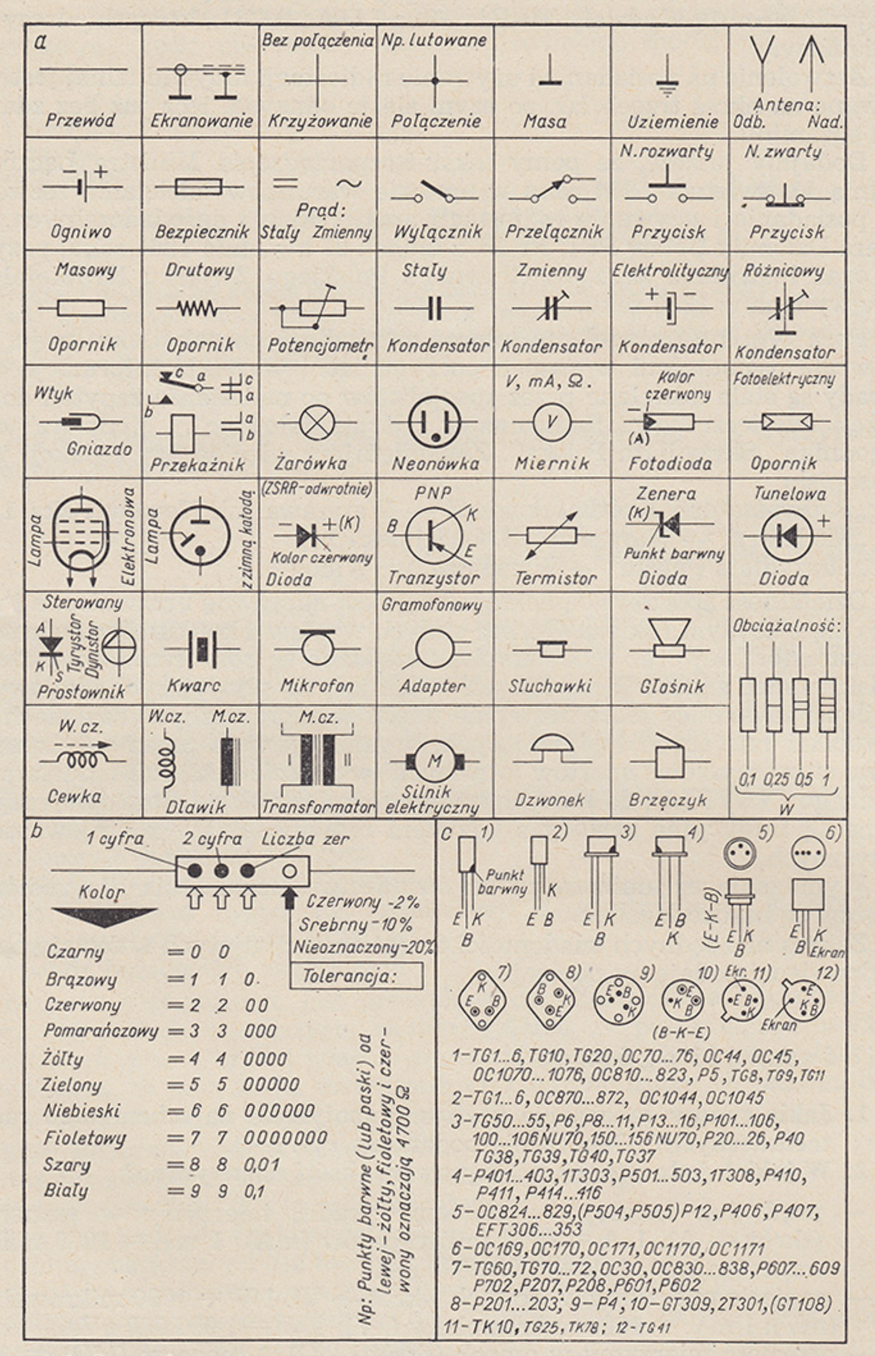
1. **Jakie znamy oznaczenia graficzne spotykane na schematach radiotechnicznych?** (Oznaczenia podano na rys. 1-3).
2. **W jakich jednostkach mierzymy wielkości elektryczne?**

I — prąd (lub inaczej — natężenie prądu) mierzymy w amperach (skrót — A). 1 A = 1000 miliamperów (mA); 1 mA = 1000 mikroamperów (μA); 1 A = 1 000 000 μA.

U — napięcie mierzymy w woltach (skrót — V). 1 V = 1000 miliwoltów (mV); 1 mV = 1000 mikrowoltów (μV); 1 V = 1 000 000 μV.

R — oporność mierzymy w omach (skrót — Ω). 1 megaom (MΩ) = 1000 kiloomów (KΩ) = 1 000 000 Ω. 1 kΩ = 1000 Ω

P — moc elektryczną mierzymy w watach (skrót — W). 1 W = 1000 miliwatów (mW). 736 W odpowiada mocy 1 KM (konia mechanicznego).



Rys. 1-3. Symbole graficzne części radiowych, elektrycznych i elektronicznych

a — symbole i oznaczenia graficzne obciążalności oporników masowych (w prawym rogu u dołu), *b* — klucz do oznaczeń barwnych wielkości oporników, *c* — oznaczenia elektrod w tranzystorach; na rysunkach symboli diod i fotodiod *A* oznacza anodę, *K* — katodę; z prawej strony symbolu przekaźnika pokazano uproszczony sposób rysowania styków (u góry — normalnie zwarte, u dołu — normalnie rozwarte) spotykany na schematach bardzo złożonych; *N* rozwarty oznacza przycisk normalnie rozwarty, zaś *N* zwarty — normalnie zwarty

C — pojemność elektryczną mierzymy w mikrofaradach (skrót — μF). 1 μF = 1000 nanofaradów (nF); 1 nF = 1000 pikofaradów (pF); 1 μF = 1 000 000 pF.

L — indukcyjność mierzymy w henrach (skrót — H). 1 H = 1000 milihenrów (mH); 1 mH = 1000 mikrohenrów (μH); 1 H = 1 000 000 μH.

f — częstotliwość mierzymy w hercach (skrót — Hz). 1 megaherc (MHz) = 1000 kiloherców (kHz) = 1 000 000 Hz. 1 kHz = 1000 Hz.

Elektrotechnika

1. Jakie znamy rodzaje i źródła prądu elektrycznego?

— Prąd **stały** i **zmienny** (małej i wielkiej częstotliwości). Źródłami prądu stałego są: ogniwa i baterie suche oraz akumulatory kwasowe (np. ołowiowe) i zasadowe (np. żelazo-niklowe, kadmowo-niklowe, srebrowo-cynkowe).

2. Co to jest prąd stały?

— Jest to prąd, który w obwodzie elektrycznym płynie stale w jednym kierunku, od jednego bieguna baterii do drugiego, ze stałym natężeniem. Wykresem takiego prądu jest pozioma linia prosta, nie zmieniająca w czasie ani kierunku, ani natężenia. Odmianą prądu stałego jest **prąd tętniący**, który zmienia natężenie, lecz nie zmienia kierunku przepływu.

3. Co to jest prąd zmienny, jego okres i częstotliwość?

— Jest to prąd, który zmienia swoje natężenie, napięcie oraz kierunek przepływu. Jego wykres przypomina fale na wodzie. Zmiany te występują okresowo, tzn. po upływie określonego czasu natężenie prądu i napięcie znów mają te same wartości i kierunki. Okres, to czas, po upływie którego proces zmian prądu lub napięcia powtarza się w tej samej kolejności. Natomiast liczbę okresów przypadającą na jedną sekundę nazywa się częstotliwością, której jednostką jest herc (Hz). Amplituda, to największa wartość chwilowa prądu lub napięcia.

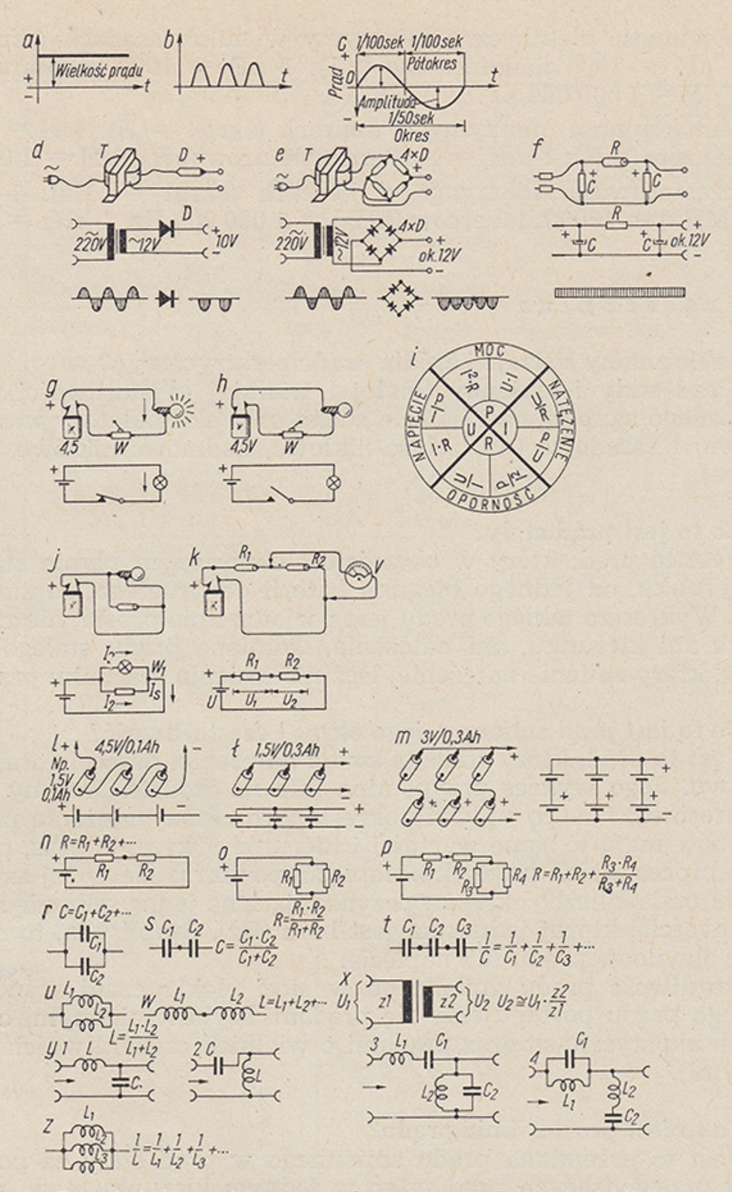
Częstotliwość prądu zmiennego w sieci elektrycznej wynosi 50 Hz. Obok tego prądu posługujemy się prądami szybkozmiennymi o częstotliwościach akustycznych oraz prądami o wielkich częstotliwościach (falami radiowymi).

4. Co to jest prostowanie prądu?

— Jest to przemiana prądu zmiennego w prąd stały za pomocą elementów przewodzących prąd tylko w jednym kierunku, tzw. **prostowników** (np. diod półprzewodnikowych).

Prąd zmienny sieciowy o częstotliwości 50 Hz, którego okres trwa 1/50 s, zmienia co pół okresu (1/100 s) swój kierunek. To znaczy że w każdej sekundzie zmienia swój kierunek 100 razy (50 razy w ciągu sekundy płynie w jedną stronę i 50 razy w stronę przeciwną). 100 razy w ciągu sekundy prąd ten uzyskuje amplitudę i 100 razy jest równy zeru.

W czasie działania dodatniego napięcia (+) przez prostownik przepływa prąd w postaci impulsu trwającego 1/100 część sekundy. Podczas ujemnych wartości napięcia nie będzie przepływu prądu. Dzięki temu w obwodzie prostownika popłynie prąd stały tzw. tętniący (czyli z przerwami trwającymi 1/100 sekundy). Jest to tzw. prostowanie półokresowe. Są też



Rys. 1-4. Rysunki do pytań z zakresu elektrotechniki

a — prąd stały, *b* — prąd tętniący, *c* — prąd zmienny, *d* — prostowanie półokresowe (*T* — transformator, *D* — dioda), *e* — prostowanie pełnookresowe, *f* — filtr wygładzający (*R* — opornik, *C* — kondensator elektrolityczny), *g* — obwód elektryczny zamknięty, *h* — obwód elektryczny otwarty, *i* — prawo Ohma (uniwersalny zbiór wzorów), *j* — pierwsze prawo Kirchhoffa, *k* — drugie prawo Kirchhoffa, *l* — połączenie szeregowe ogniw, *ł* — połączenie równoległe ogniw, *m* — połączenie szeregowo-równoległe ogniw, *n* — połączenie szeregowe oporników, *o* — połączenie równoległe oporników, *p* — połączenie szeregowo-równoległe oporników, *r* — połączenie równoległe kondensatorów, *s*— połączenie szeregowe dwóch kondensatorów, *t*— połączenie szeregowe większej liczby kondensatorów, *u* — połączenie równoległe cewek, *w* — połączenie szeregowe dwóch cewek, *z* — połączenie równoległe większej liczby cewek, *x* — transformator (*U1* — napięcie wejściowe w V, *U2* — napięcie wyjściowe w V, *z1* — liczba zwojów uzwojenia pierwotnego, *z2* — liczba zwojów uzwojenia wtórnego), *y* — filtry elektryczne: *1* — dolnoprzepustowy (przepuszcza małe częstotliwości — tłumi częstotliwości większe od określonej danymi elementów filtru), *2* — górnoprzepustowy (przepuszcza większe częstotliwości — tłumi częstotliwości mniejsze od określonej), *3* — środkowoprzepustowy lub pasmowy (przepuszcza określone środkowe pasmo częstotliwości — tłumi częstotliwości leżące poniżej i powyżej częstotliwości skrajnych pasma), *4* — środkowozaporowy (tłumi określone pasmo częstotliwości — przepuszcza częstotliwości leżące poniżej i powyżej częstotliwości skrajnych pasma)

prostowniki pełnookresowe, bardziej złożone, ale dające prąd tętniący 100 razy na sekundę. A więc impulsy prądu stałego tętniącego następują jeden po drugim, dwa razy częściej niż w prostowniku półokresowym. Ułatwia to wygładzanie prądu.

Aby przekształcić prąd tętniący w prąd stały, stosuje się tzw. filtry wygładzające złożone z oporników i kondensatorów lub cewek i kondensatorów.

Podobnie odbywa się prostowanie prądów szybkozmiennych.

5. Co to jest obwód elektryczny?

— Jeśli połączymy przewodami bieguny źródła prądu z dowolnym urządzeniem, które ma być zasilane tym prądem, otrzymamy najprostszy obwód elektryczny. Będzie to obwód zamknięty, konieczny aby prąd w nim płynął nieprzerwanie. Jeżeli obwód elektryczny przerwiemy w dowolnym miejscu, prąd przestanie płynąć; będzie to obwód otwarty.

6. Co to jest prawo Ohma i jaki jest zakres jego stosowania?

— Jest to podstawowe prawo elektrotechniki stosowane w obwodach prądu stałego i zmiennego, słuszne zarówno dla całych obwodów, jak i ich części. Brzmi ono:

Natężenie prądu (I) w obwodzie jest wprost proporcjonalne do napięcia (U) i odwrotnie proporcjonalne do oporności (R). Określa go wzór $I = U : R$.

Z zależności tej wynika, że jeśli znamy dwie dowolne wielkości, to możemy obliczyć trzecią:

Jeśli dane są I i R, $U = I \cdot R$
Jeśli dane są U i R, $I = U : R$
Jeśli dane są U i I, $R = U : I$
gdzie U — w woltach (V), I — w amperach (A), R — w omach (Ω).

7. Co to jest pierwsze prawo Kirchhoffa?

— Jest to prawo dla obwodów złożonych (rozgałęzionych), które brzmi następująco.

W obwodzie dowolnie rozgałęzionym suma prądów dopływających ($I1$, $I2$, $I3$... In) do dowolnego węzła ($W1$) równa się sumie prądów odpływających (Is) od tego węzła i to bez względu na liczbę prądów dopływających i odpływających.

8. Co to jest drugie prawo Kirchhoffa?

— Jest to prawo dla obwodów złożonych, które brzmi następująco. Napięcie w obwodzie jest równe sumie spadków napięć na wszystkich poszczególnych opornikach obwodu.

U w a g a. Spadek napięcia, to po prostu napięcie w danym odcinku obwodu, a więc określenia: napięcie i spadek napięcia, oznaczają to samo. (Stąd spadek napięcia nie jest jakimś napięciem „zgubionym" lub „niepotrzebnym"). Spadki napięć oblicza się według prawa Ohma.

9. Co to jest moc prądu stałego?

— Jest to zdolność energii elektrycznej do wykonania jakiejś pracy, tzn. zmiany tej energii na inną, np. na energię cieplną, świetlną, wielkiej częstotliwości lub mechaniczną.

2*

Jest to iloczyn napięcia zasilającego (*U*) przez natężenie prądu (*I*) pobieranego podczas pracy przez dane urządzenie. Określa to wzór: $P = U \cdot I$, gdzie P — moc w W, U — w V, I — w A.

10. Jak można łączyć źródła prądu stałego?

— szeregowo (plus jednego źródła z minusem drugiego itd.) — napięcie uzyskane (napięcie wypadkowe) jest sumą napięć poszczególnych połączonych ogniw,

— równolegle (plusy i minusy wszystkich źródeł o takim samym napięciu połączone razem) — napięcie wypadkowe pozostaje bez zmiany, wzrasta natomiast pojemność tak utworzonej baterii (wzrasta „zapas" zawartej w niej energii elektrycznej),

— szeregowo-równolegle (grupy ogniw połączonych równolegle łączy się następnie szeregowo).

11. Jakie znamy dobre i złe przewodniki prądu elektrycznego?

— Dobre przewodniki: srebro, miedź, aluminium, stal itp. Złe przewodniki (izolatory, dielektryki): tworzywa sztuczne, guma, szkło, suche drewno, suchy papier, specjalne materiały izolacyjne itp.

12. Od czego zależy oporność przewodnika?

— Oporność przewodnika zależy od jego długości i przekroju oraz materiału, z jakiego jest wykonany.

13. Co to jest opornik?

Opornik jest to element sztucznie stwarzający opór elektryczny. Jest to przewodnik wykonany z materiału o dużej oporności, który stawia znaczny opór przepływowi prądu. Jako materiały stosuje się specjalne stopy (nikielina, chromonikielina, konstantan itp.) w postaci drutów, lub warstwy oporowe (węgiel, grafit itp.).

Oporniki regulowane nazywa się potencjometrami.

14. Co to jest cewka elektryczna?

Jest to spirala zwinięta z drutu, przez który przepływa prąd elektryczny.

15. Co to jest kondensator?

— Kondensatorem nazywamy element mający zdolność gromadzenia ładunków elektrycznych.

W najprostszym wykonaniu kondensator składa się z dwóch płytek (okładzin) metalowych przedzielonych warstwą izolacji (może to być powietrze lub inny dielektryk).

16. Co to jest transformator?

— Urządzenie przetwarzające prąd zmienny o jednym napięciu na prąd zmienny o tej samej częstotliwości lecz innym napięciu — większym lub mniejszym, nazywamy transformatorem.

17. Co to jest dławik wielkiej i małej częstotliwości?

— Są to cewki użyte jako oporności (indukcyjne) w obwodach prądu zmiennego. Dławiki w. cz. mogą być stosowane bez rdzeni lub z rdzeniami ferrytowymi. Dławiki m. cz. stosuje się z rdzeniami blaszkowymi (blacha krzemowa, permalojowa itp.).

18. Co to jest filtr elektryczny?

— Filtr elektryczny jest to urządzenie złożone z oporności, indukcyjności i pojemności — służące do wydzielania lub rozdzielania sygnałów elektrycznych o różnych częstotliwościach.

19. Co to jest elektromagnes?

— Jest to urządzenie złożone z cewki nawiniętej na rdzeń z miękkiej stali. Im większa liczba zwojów jest w cewce oraz większy prąd płynący przez nią, tym silniejszy jest elektromagnes.

20. Jaką rolę spełnia bezpiecznik?

— Jest to element włączony w obwód elektryczny, który go zabezpiecza przed nadmiernym wzrostem natężenia prądu. Przeciążenie powoduje samoczynne przerwanie obwodu przez bezpiecznik (np. topi się w nim cienki drucik).

21. Jak można łączyć oporniki?

— Szeregowo, równolegle i szeregowo-równolegle.

22. Jak można łączyć kondensatory?

— Równolegle i szeregowo.

23. Jak można łączyć cewki (indukcyjności)?

— Równolegle i szeregowo.

24. Jak się zachowują oporniki w obwodach prądu stałego i zmiennego?

— Jednakowo, zgodnie z prawem Ohma.

25. Jak się zachowują kondensatory w obwodach prądu stałego i zmiennego?

— Prąd stały nie przepływa przez kondensator. Prąd zmienny przepływa przez kondensator, który stanowi jednak dla tego prądu określoną oporność. Oporność ta maleje przy zwiększaniu pojemności kondensatora oraz zwiększaniu częstotliwości prądu.

26. Jak się zachowują cewki (indukcyjności) w obwodach prądu stałego i zmiennego?

— Prąd stały przepływa przez cewkę. Prąd zmienny nie przepływa przez cewkę (tzw. dławik) lub ma przepływ bardzo utrudniony, ponieważ oporność cewki rośnie wówczas wraz z częstotliwością prądu i indukcyjnością cewki.

27. Od czego zależy indukcyjność cewki bez rdzenia?

— Od liczby zwojów i średnicy cewki.

28. Od czego zależy indukcyjność cewki z rdzeniem?

— Od liczby zwojów cewki, własności magnetycznych rdzenia i jego przekroju.

29. Jak można zmieniać indukcyjność cewki wielkiej częstotliwości?

— Indukcyjność można zwiększyć przez: zwiększenie liczby zwojów, zwiększenie średnicy zwojów, zbliżenie zwojów do siebie lub wsunięcie rdzenia ferromagnetycznego.

Indukcyjność można zmniejszyć przez: umieszczenie cewki w ekranie, rozsunięcie zwojów, wsunięcie zwartego zwoju lub wsunięcie rdzenia mosiężnego.

30. Co to jest dopasowanie elektryczne?

— Największą moc można uzyskać ze źródła prądu, gdy oporność obciążenia (odbiornika prądu) będzie równa oporności wewnętrznej źródła prądu. Złe dopasowanie powoduje nie tylko straty mocy, ale również zniekształcenia w przekazywaniu częstotliwości akustycznych. W tym przypadku źródłem prądu nie będzie bateria, lecz lampa elektronowa albo tranzystor — pracujące jako wzmacniacze lub generatory prądu m. cz. Ale wówczas oporność dopasowania będzie odnosiła się do oporności obciążenia dla prądów zmiennych o określonej częstotliwości, a nie prądów stałych. Właściwe dopasowanie w obwodach prądu zmiennego uzyskuje się poprzez transformatory o różnych uzwojeniach.

31. Co to jest sprawność elektryczna?

— Wyrażony najczęściej w procentach stosunek mocy oddawanej do pobieranej przez dane urządzenie np. silnik elektryczny (wynosi zawsze poniżej 100%), określamy jako sprawność elektryczną.

32. Co to jest pole magnetyczne i elektromagnetyczne?

— Jeśli przez przewodnik płynie prąd stały, to w otaczającej go przestrzeni powstaje stałe pole magnetyczne, którego natężenie maleje wraz ze zwiększaniem się odległości od przewodnika. Gdy przez przewodnik popłynie prąd zmienny — wokół tego przewodnika powstanie zmienne pole elektromagnetyczne.

33. Co to jest długość fali?

— Jest to odległość, jaką przebywa fala w czasie trwania jednego okresu drgania.

Długość fali radiowej w metrach = 300 : częstotliwość fali w MHz.

34. Jaki jest podział częstotliwości?

Małe częstotliwości (skrót — m. cz.) — w zakresie od 16 do 16 000 Hz, są to częstotliwości akustyczne — słyszalne.

Wielkie częstotliwości (skrót — w. cz.) — powyżej 100 000 Hz, są to częstotliwości radiowe. Fale radiowe dzielą się na: fale długie, średnie, krótkie i ultrakrótkie. Fale radiowe stosowane przez radiomodelarzy (częstotliwość — 27,12 MHz; długość fali — 11 m) leżą na pograniczu fal krótkich i ultrakrótkich. Fale radiowe są falami elektromagnetycznymi i rozchodzą się w przestrzeni na wszystkie strony z prędkością 300 000 km/s (z prędkością światła).

Radiotechnika

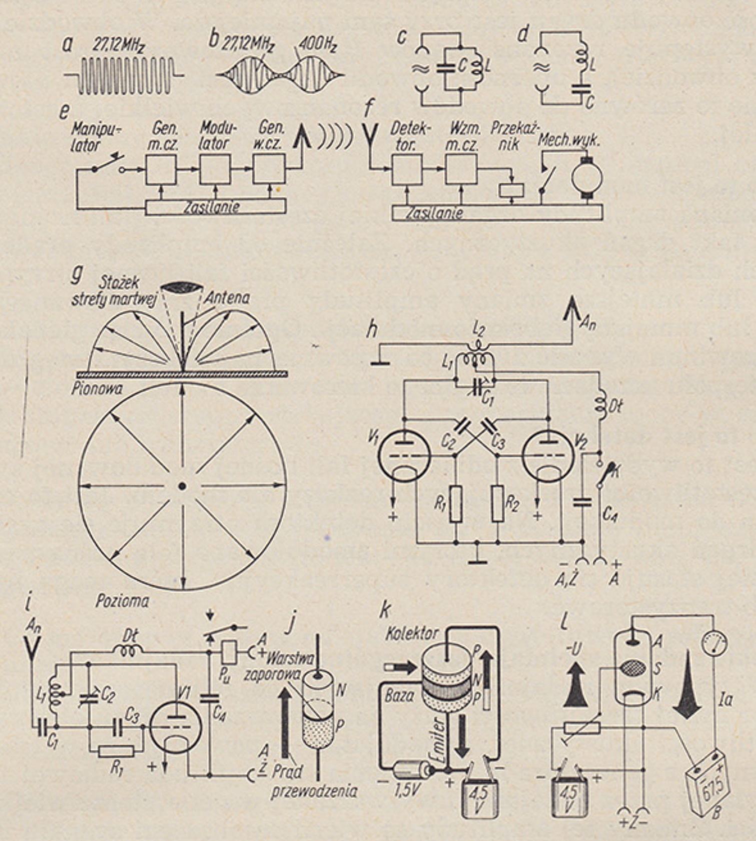
1. Co to jest fala nośna, fala modulowana i manipulacja nadajnika?

— Fale radiowe promieniowane przez antenę nadawczą stanowią tzw. falę nośną o częstotliwości, z jaką pracuje nadajnik. Na falę tę jakby nakładają się sygnały małej częstotliwości, które z kolei kształtują (modulują) falę nośną przenoszącą te rozkazy dla modelu, tworząc falę nośną modulowaną. Rozkazy mają najczęściej postać sygnałów przerywanych —

krótszych albo dłuższych włączeń fali nośnej niemodulowanej lub fali nośnej modulowanej wysyłanej z nadajnika. Czynność ta nazywa się manipulacją.

2. Co to jest rezonans elektryczny, częstotliwość rezonansowa i obwód rezonansowy?

— Obwód rezonansowy (złożony z cewki i kondensatora, a ściślej — z indukcyjności i pojemności) ma właściwość przekazywania dalej tylko tej częstotliwości, na jaką został nastrojony. W chwili zgodności często-



Rys. 1-5. Rysunki do pytań z zakresu radiotechniki

a — fala nośna 27,12 MHz niemodulowana, *b* — fala nośna 27,12 MHz modulowana częstotliwością akustyczną np. 400 Hz, *c* — rezonans równoległy, *d* — rezonans szeregowy, *e* — schemat blokowy nadajnika do zdalnego kierowania modeli (emisja *A2*), *f* — schemat blokowy odbiornika do zdalnego kierowania modeli (emisja *A2*), *g* — charakterystyka promieniowania (pionowa i pozioma) pionowej anteny nadawczej 1/4-falowej, *h* — schemat samowzbudnego nadajnika przeciwsobnego pracującego na fali nośnej niemodulowanej (emisja *A1*), *i* — schemat odbiornika superreakcyjnego pracującego na fali nośnej niemodulowanej, *j* — dioda półprzewodnikowa, *k* — tranzystor (typu pnp), *l* — lampa elektronowa (trioda: *K* — katoda, *S* — siatka sterująca, *A* — anoda, *U* — napięcie na siatce lampy, *Ia* — prąd anodowy, *Ż* — żarzenie lampy, B — bateria anodowa)

tliwości sygnału przychodzącego z zewnątrz z częstotliwością rezonansową obwodu (zwaną też częstotliwością drgań własnych obwodu) występuje zjawisko rezonansu. Powoduje to znaczne zwiększenie amplitudy przychodzącego sygnału. Tak więc zadaniem obwodu rezonansowego jest wydzielenie spośród niezliczonej liczby różnych fal radiowych w przestrzeni fali, na której pracuje nasz nadajnik.

Zmiany częstotliwości rezonansowej obwodu drgań zależą od zmian indukcyjności cewki i pojemności kondensatora. Zwiększenie pojemności i indukcyjności obniża częstotliwość rezonansową, i — odwrotnie.

3. Jaka jest różnica pomiędzy szeregowym i równoległym obwodem rezonansowym?

— Jeśli cewka i kondensator są włączone w szereg — tworzą szeregowy obwód rezonansowy, jeśli równolegle — równoległy obwód rezonansowy. W obwodzie szeregowym występuje rezonans napięć (tzn. gwałtowny wzrost amplitudy napięcia na indukcyjności lub pojemności), a oporność obwodu drgań jest przy tym najmniejsza. W obwodzie równoległym występuje rezonans prądów (tzn. gwałtowny wzrost natężenia prądu w obwodzie), a oporność obwodu drgań jest przy tym największa. Odnosi się to zarówno do obwodów rezonansowych wielkiej częstotliwości, jak i małej.

4. Co to jest modulacja?

— Zmiana amplitudy drgań wielkiej częstotliwości (fali nośnej nadajnika) w takt drgań akustycznych. Zależnie od amplitudy prądów akustycznych działających na prąd o częstotliwości fali nośnej otrzymuje się większe lub mniejsze zmiany amplitudy prądu zmodulowanego, czyli większą lub mniejszą głębokość modulacji. Ogólnie mówiąc głębokość modulacji powinna wynosić 100%, co zapewnia największy zasięg działania danego zespołu urządzeń do zdalnego kierowania modeli.

5. Co to jest detekcja?

— Jest to wydzielenie z odbieranej fali nośnej modulowanej sygnałów małej częstotliwości przekazujących rozkazy dla modelu. Jest to czynność odwrotna do modulacji. Na wyjściu detektora otrzymuje się sygnał złożony z drgań akustycznych, którymi zmodulowano falę nośną nadajnika. Najczęściej stosuje się detektory superreakcyjne, które mogą być lampowe lub tranzystorowe.

6. Jakie zadania spełniają poszczególne człony nadajnika?

— W typowym nadajniku pracującym na fali nośnej modulowanej generator małej częstotliwości służy do wytwarzania drgań elektrycznych o częstotliwości akustycznej, a modulator — powoduje, że w takt drgań akustycznych z generatora m. cz. zmienia się amplituda radiowej fali nośnej wysyłanej przez nadajnik, a wytwarzanej w generatorze wielkiej częstotliwości. Zmiany tej amplitudy są wiernym obrazem sygnału modulującego (akustycznego). Jest to tzw. modulacja amplitudy. Tak powstałe i ukształtowane fale radiowe są doprowadzane do anteny nadawczej i przez nią promieniowane w przestrzeń. Natomiast manipulator umożliwia obsługę (manipulację) nadajnika, zaś ogniwa i baterie — jego zasilanie.

7. Jakie zadania spełniają poszczególne człony odbiornika?

— W typowym odbiorniku superreakcyjnym sygnały rozchodzącej się fali radiowej z nadajnika wzbudzają (indukują) w napotkanej antenie odbiorczej prądy szybkozmienne w. cz. odtwarzające przebieg prądu modulowanego w antenie nadawczej (ale wielokrotnie słabsze), detektor przekształca (prostuje) sygnały w. cz. przekazane mu przez antenę, wydziela sygnały m. cz. i jednocześnie wzmacnia. Właściwe wzmocnienie tych sygnałów następuje we wzmacniaczu małej częstotliwości, skąd docierają one do przekaźnika ujawniającego powodując jego uruchomienie; styki

przekaźnika włączają z kolei mechanizm wykonawczy, który wychyla ster w modelu zgodnie z rozkazem przekazanym z nadajnika. Czasem spotyka się jeszcze człon wzmacniacza wielkiej częstotliwości poprzedzający detektor, który wzmacnia słabe sygnały w. cz. oraz m. in. zwiększa czułość odbiornika. Odbiornik pracuje kosztem energii elektrycznej pobieranej ze źródła zasilania.

8. Co to jest generator?

— Urządzenie wytwarzające drgania ciągłe (niegasnące), które jest oparte na wykorzystaniu tzw. dodatniego sprzężenia zwrotnego nazywamy generatorem. Może wytwarzać drgania małej lub wielkiej częstotliwości, w zależności od układu, konstrukcji i danych obwodu, w którym powstają drgania (tzw. obwód drgań).

9. Jakie znamy generatory małej częstotliwości?

— Generatory *RC* (oporowo-pojemnościowe; *R* — symbol oporności, *C* — pojemności) i *LC* (indukcyjno-pojemnościowe; *L* — symbol indukcyjności, *C* — pojemności). Mogą być lampowe lub tranzystorowe. Przykład generatora *RC* — multiwibrator, generatora *LC* — generator samodławny.

10. Jakie znamy generatory wielkiej częstotliwości?

— Generatory w. cz. są to generatory samowzbudne (jednostopniowe — złożone tylko z generatora w. cz.) i obcowzbudne (składające się z dwóch stopni: generatora sterującego i wzmacniacza mocy w. cz.). Mogą być lampowe lub tranzystorowe.

11. Jakie są wymagania stawiane nadajnikom amatorskim?

— Nadajniki amatorskie (podobnie jak i wszelkie inne) muszą pracować stabilnie w przyznanym zakresie częstotliwości oraz nie przekraczać dozwolonej mocy.

12. Co ma ujemny wpływ na stabilność częstotliwości roboczej nadajnika?

— Zmiany napięć zasilających (np. obniżenie się napięcia baterii), zmiany temperatury otoczenia oraz mała sztywność konstrukcji nadajnika (zwłaszcza cewki i elementów regulacyjnych).

13. Dlaczego stosuje się kwarce w nadajnikach?

— Ponieważ kwarc stabilizuje częstotliwość fali nośnej generatora w. cz. i zapobiega odstrajaniu się nadajnika pod wpływem zmian temperatury otoczenia oraz spadku napięć zasilających. Zwykle kwarc pracuje w stopniu sterującym generatora obcowzbudnego. Czasem spotyka się tzw. powielanie częstotliwości kwarcu, tzn. częstotliwość drgań własnych kwarcu stanowi 1/3 lub 1/2 częstotliwości roboczej nadajnika. Radiomodelarze mogą stosować kwarce o częstotliwości: 9 MHz, 13,5 MHz i oczywiście 27 MHz.

14. Co to jest antena?

— Jest to układ przewodów służący do wypromieniowania prądów w. cz. wytwarzanych przez nadajnik w postaci fal elektromagnetycznych o tej samej częstotliwości (antena nadawcza) lub też urządzenie, w którym pod wpływem przychodzących fal elektromagnetycznych powstaje (indukuje się) siła elektromotoryczna (napięcie). Jest to antena odbiorcza.

15. Narysować schemat nadajnika do zdalnego kierowania modeli

— Samowzbudny nadajnik dwulampowy pracujący w układzie przeciwsobnym na fali nośnej niemodulowanej. W chwili zwarcia przycisku manipulatora *K* nadajnik wysyła sygnał (ryc. 1-5 *h*).

16. Narysować schemat odbiornika do zdalnego kierowania modeli

— Najprostszy jednolampowy odbiornik superreakcyjny pracujący na fali nośnej niemodulowanej. Sygnał z nadajnika powoduje spadek prądu anodowego lampy i przełączenie styków przez przekaźnik ujawniający *Pu* (rys. 1-5 *i*).

17. Jak działa dioda półprzewodnikowa?

— Dioda przepuszcza prąd (stały i zmienny) tylko w jednym kierunku (w tzw. kierunku przewodzenia), a nie przepuszcza — w drugim (w tzw. kierunku zaporowym). Dzięki temu prostuje prąd zmienny.

Jest ona utworzona z dwóch warstw półprzewodnika. Półprzewodnik (najczęściej german lub krzem) ma właściwość bardzo złego przewodzenia prądu elektrycznego. Prostowanie prądu zmiennego przepływającego przez diodę następuje na granicy obu warstw (w diodach warstwowych) lub na styku między półprzewodnikiem i metalowym ostrzem (w diodach ostrzowych).

18. Jak działa tranzystor?

— Tranzystor jest to półprzewodnikowy przyrząd wzmacniający sygnały elektryczne, utworzony z germanu lub krzemu. Składa się z trzech warstw półprzewodnikowych: emitera, bazy i kolektora. Emiter wysyła nośniki prądu, kolektor je zbiera, natomiast baza spełnia rolę regulatora przepływu prądu. Małe zmiany wielkości prądu w obwodzie emiter — baza powodują znaczne zmiany natężenia prądu w obwodzie kolektora. W tranzystorach nie ma próżni; prąd przepływa przez kryształ — półprzewodnik.

19. Jak działa lampa elektronowa?

— Lampa trójelektrodowa, tzw. trioda, jest najprostszą lampą elektronową, za pomocą której można uzyskać wzmocnienie prądów. Działanie wzmacniające lampy jest oparte na wykorzystaniu zależności prądu anodowego od napięcia doprowadzonego do siatki. Otóż elektrody lampy: katoda, siatka sterująca i anoda, są umieszczone wewnątrz balonu szklanego, z którego usunięto powietrze (jest próżnia). Po włączeniu baterii zasilającej lampę, z katody do anody zacznie przepływać strumień elektronów tworzący z kolei prąd anodowy. Jeśli teraz do siatki sterującej, znajdującej się pomiędzy katodą i anodą, doprowadzimy napięcie, to już małe jego zmiany będą wywoływały duże zmiany w prądzie anodowym lampy. Pentoda jest lampą mającą pięć elektrod (dochodzą dwie dalsze siatki do poprzednio wymienionych elektrod). Pentodę można przekształcić w triodę łącząc jej drugą siatkę z anodą. Spotykamy to najczęściej w samowzbudnych nadajnikach dwulampowych.

20. Jak można porównać lampę elektronową z tranzystorem?

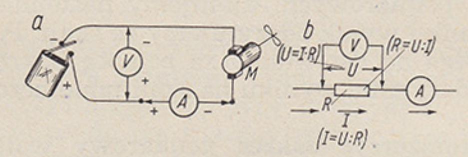
— Porównując lampę elektronową (triodę) z tranzystorem można stwierdzić, że chociaż przyrządy te działają na zupełnie różnych zasadach, mają cechę wspólną — wzmacniają sygnały elektryczne. Dalej — emiter w tranzystorze spełnia rolę katody w lampie, baza — siatki sterującej,

a kolektor — anody. W zdalnym kierowaniu modeli tranzystory na pewno w niedługim czasie wyprą całkowicie lampy elektronowe, jako bardziej ekonomiczne, niezawodne i odporne na uszkodzenia.

Miernictwo elektryczne

1. Jakie są podstawowe mierniki elektryczne radiomodelarza?

— Podstawowymi miernikami elektrycznymi są **miliamperomierz** (amperomierz) prądu stałego (do pomiaru natężenia) i **woltomierz** prądu stałego (do pomiaru napięcia). Najwygodniejsze są tzw. uniwersalne mierniki wielozakresowe skupiające w jednym przyrządzie: woltomierze i amperomierze prądu stałego i zmiennego oraz miernik oporności (omomierz). Przyrządy pomiarowe dzielą się w zależności od klasy dokładności



Rys. 1-6. Rysunki do pytań z zakresu miernictwa elektrycznego
a — pomiar napięcia (*V* — woltomierz) i prądu (*A* — amperomierz) w obwodzie, np. mikrosilnika elektrycznego (*M*), *b* — zastosowanie prawa Ohma do odcinka obwodu (*V* — miernik napięcia, *A* — miernik prądu)

wskazań. Klasa ta jest zwykle zaznaczona na podziałówce przyrządu, np. 1, 1,5, 2,5. Oznacza to, że dany miernik może mieć uchyb (błąd) wskazań — 1%, 1,5% lub 2,5% — w stosunku do pełnego zakresu podziałówki. W każdym przypadku pomiar będzie bardziej dokładny, jeśli strzałka wskaźnika wychyla się przy tym na 75...100% całej podziałówki.

Poza tym niezbędne jest posiadanie lub dostęp do **falomierza** w celu okresowego sprawdzania częstotliwości roboczej nadajnika.

2. Jak są zbudowane podstawowe przyrządy pomiarowe?

— Są one wyposażone we wskaźniki umożliwiające odczyt na skali przyrządu i dzielą się na mierniki: **magnetoelektryczne** (ruchoma ceweczka połączona ze wskazówką jest umieszczona wewnątrz magnesu trwałego z nabiegunnikami; kąt obrotu ceweczki jest proporcjonalny do prądu lub napięcia płynącego przez nią), **elektromagnetyczne** (ruchoma płytka z miękkiej stali połączona ze wskazówką jest umieszczona wewnątrz płaskiej cewki) oraz **elektrodynamiczne** (ruchoma cewka połączona ze wskazówką jest umieszczona wewnątrz cewki nieruchomej). Mierniki takie służą do pomiaru prądów i napięć stałych, a po uzupełnieniu prostownikami — również napięć i prądów zmiennych (małej częstotliwości).

Omomierz składa się ze źródła prądu, zestawu oporników szeregowych oraz miernika ze wskazówką. Omomierze mogą mieć układ szeregowy, równoległy lub mostkowy.

3. Jak posługujemy się miernikami?

— Woltomierz włączamy równolegle, zaś miliamperomierz (amperomierz) — w szereg ze źródłem napięcia lub prądu. Spadek napięcia na danym elemencie obwodu mierzymy włączając woltomierz równolegle do tego elementu. Tak postępujemy przy pomiarach w obwodach prądu stałego lub zmiennego o częstotliwości 50 Hz. Pomiary napięć i prądów

w obwodach częstotliwości akustycznej lub wielkiej częstotliwości, a także na elektrodach lamp elektronowych i tranzystorów wymagają stosowania mierników specjalnych, np. woltomierzy lampowych odznaczających się bardzo dużą opornością wewnętrzną. Im oporność ta jest większa, tym mniejszy jest szkodliwy wpływ miernika na mierzony obwód i mniejszy błąd pomiaru. Natomiast oporność wewnętrzna miliamperomierzy powinna być bardzo mała, z tych samych powodów. Natężenie lub napięcie prądu zmiennego mierzy się w ten sam sposób, lecz miernikami zaopatrzonymi w układ prostowniczy.

Jeśli nie mamy omomierza możemy dokonać pomiaru oporności metodą woltomierza i amperomierza (zmierzone wielkości prądu i napięcia wstawia się do wzoru dla prawa Ohma, skąd wylicza się oporność).

Pomiary omomierzami zwykłymi wykonujemy w ten sposób, że po ustawieniu wskazówki przyrządu (za pomocą pokrętła) na zerze przy zwartych zaciskach pomiarowych, ujmujemy następnie pomiędzy te zaciski mierzony opornik i wynik odczytujemy ze skali. Pomiar oporności za pomocą mostka polega na ustawieniu za pomocą pokrętła wskazówki na zerze, a następnie odczytaniu wyniku na skali umieszczonej przy pokrętle.

4. Jak można rozszerzyć zakres pomiarowy woltomierza i amperomierza?

— W szereg z posiadanym woltomierzem włącza się opornik (tzw. posobnik) redukujący część napięcia.

Równolegle z posiadanym miliamperomierzem włącza się opornik (tzw. bocznik), przez który przepływa część prądu.

5. Jak mierzymy moc prądu stałego doprowadzoną do anody lub kolektora stopnia końcowego nadajnika?

— Mierzymy pod obciążeniem (to znaczy podczas pracy) napięcie i natężenie prądu stałego w stopniu końcowym nadajnika i mnożąc następnie obie te wielkości otrzymujemy wartość pobieranej mocy w watach. Jak wiemy, moc ta nie może przekroczyć 2 W.

6. Jak mierzymy moc prądu w. cz. doprowadzoną do anteny?

— Za pomocą miernika z termoparą lub przez pomiar porównawczy jaskrawości świecenia żarówki karzełkowej włączonej w układ anteny z jaskrawością takiej samej żarówki wzorcowej zasilanej prądem stałym.

7. Jak sprawdzamy częstotliwość roboczą nadajnika?

— Mierząc jego częstotliwość za pomocą falomierza. Falomierz jest oparty na wykorzystaniu zjawiska rezonansu elektrycznego (lub też zdudnienia częstotliwości mierzonej z częstotliwością wzorcową). Cewkę lub sondę pomiarową przyrządu zbliżamy do obwodu drgań w.cz. i po ustaleniu największych lub najmniejszych wychyleń wskazówki miernika odczytujemy wynik ze skali przyrządu.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

1. Jakie ujemne wpływy na organizm ludzki może mieć prąd elektryczny?

— Prąd elektryczny o wielkościach krytycznych przepływający przez ciało ludzkie częściowo rozkłada tkanki wzdłuż swej drogi, wytwarzając

trujący składnik. Jego dostanie się do krwi może pociągnąć groźne następstwa dla organizmu. Poza tym udar prądu elektrycznego może spowodować utratę przytomności, poparzenia, a nawet śmierć.

2. W jakich warunkach może nastąpić porażenie prądem elektrycznym?

— Porażenie może nastąpić, gdy przez ciało ludzkie przepłynie prąd elektryczny. Ma to miejsce najczęściej, gdy jednocześnie oburącz (lub dwiema dowolnymi częściami ciała) dotkniemy dwóch przewodów bez izolacji albo metalowych części urządzenia, będących względem siebie pod napięciem. Prąd przez ciało ludzkie przepłynie również, gdy np. stojąc na ziemi dotkniemy ręką źle izolowanych przewodów sieci elektrycznej.

3. Jakie napięcie i natężenie prądu uważa się za bezpieczne dla człowieka?

— Za graniczną wartość napięcia bezpiecznego prądu z sieci oświetleniowej uważa się 25 V, a natężenie prądu — 25 mA. Odnosi się to do warunków najniekorzystniejszych, przy mokrym lub uszkodzonym naskórku. Częstotliwość prądu ma znaczny wpływ na zakres prądów śmiertelnych. Na przykład przy 5 kHz śmierć następuje dopiero przy prądzie rzędu 1 A, przy częstotliwościach poniżej 10 Hz śmiertelne natężenia prądów są również większe. W przypadku prądu stałego górną granicę napięć nieszkodliwych dla zdrowia ustalono na 42 V (którą w warunkach zwiększonej wilgotności obniża się do 24 V).

Przy prądzie stałym śmierć może nastąpić przy natężeniu powyżej 1 A.

W każdym przypadku duże znaczenie ma czas i droga przepływu prądu przez organizm ludzki. Szczególnie groźny jest przepływ przez serce.

4. Jak ratujemy porażonego prądem elektrycznym?

— Przede wszystkim należy go usunąć spod działania prądu, tzn. przerwać dopływ prądu lub oderwać porażonego od urządzenia będącego pod napięciem (pod warunkiem dobrego odizolowania od bezpośredniego styku ratownika z porażonym). Jeśli porażony stracił przytomność, należy natychmiast zastosować sztuczne oddychanie. W każdym przypadku zawezwać lekarza.

5. Jaka jest dopuszczalna odległość anten nadawczych od linii teletechnicznych i energetycznych?

— Anteny nadawcze (i przewody zasilające antenę) nie mogą znajdować się bliżej niż 2 metry od linii teletechnicznych i energetycznych oraz krzyżować się z nimi.

6. O czym należy pamiętać przy obsłudze i naprawach nadawczych urządzeń radiomodelarskich?

— W przypadku nadajników lampowych zasilanych z baterii 67,5÷135 V wszelkie naprawy, wymiany lamp, bezpieczników itp. mogą być dokonywane tylko po odłączeniu źródeł zasilania. Podobne czynności w nadajnikach zasilanych z sieci są dozwolone jedynie po odłączeniu aparatury od sieci oświetleniowej i rozładowaniu kondensatorów w układzie prostowniczym. W przypadku nadajników tranzystorowych nie ma groźby jakichkolwiek porażeń elektrycznych.

7. Jak przestrzegać warunków bhp podczas kierowania modelami?

— W modelach pływających i kołowych nie można stosować napięć zasilających powyżej 42 V (dotyczy to przede wszystkim napędu elektrycznego, a powinno być przestrzegane również przy zasilaniu lampowej aparatury odbiorczej). Należy unikać obsługiwania mokrymi rękami lampowych urządzeń nadawczych.

W modelach latających trzeba bezwzględnie unikać lotów w pobliżu przewodów energetycznych, linii wysokiego napięcia oraz nad głowami publiczności. Zawsze możliwa awaria ciężkiego i szybkiego modelu grozi widzom kalectwem lub nawet śmiercią. Przy starcie i lądowaniu szczególną uwagę należy zwracać na dzieci wybiegające nagle naprzeciw rozpędzonego modelu.

Przepisy

1. Jakim warunkom technicznym muszą odpowiadać radiomodelarskie urządzenia nadawcze?

— W Polsce obowiązują przepisy techniczne wymienione w czterech punktach na stronach 12 i 13.

2. Kto może otrzymać zezwolenie radiomodelarskie i jaka jest droga do jego uzyskania?

— Wyjaśniono to na stronie 14 niniejszej książki.

3. Kiedy osoba nie posiadająca zezwolenia może kierować radiomodelami?

— Jedynie wtedy, gdy korzysta z nadajnika radiomodelarza posiadającego zezwolenie i w jego obecności.

4. Komu można przekazać lub sprzedać urządzenie nadawcze?

— Tylko posiadaczowi ważnego zezwolenia radiomodelarskiego wolno przekazać urządzenie nadawcze.

5. Jak należy przechowywać nadajniki?

— Nadajniki należy zabezpieczyć przed dostępem do nich osób niepowołanych.

6. Kto ma prawo kontroli technicznej urządzeń do zdalnego kierowania modeli?

— Prawo kontroli mają inspektorzy władz łączności oraz organizacji społecznych, dzięki którym radiomodelarz uzyskał zezwolenie — po okazaniu odpowiedniej legitymacji.

7. Do czego zobowiązany jest posiadacz zezwolenia radiomodelarskiego podczas kontroli?

— Podczas kontroli należy udostępnić urządzenia nadawcze w celu dokonania pomiarów i sprawdzenia oraz złożyć niezbędne wyjaśnienia i przedłożyć dokumentację techniczną.

8. Jak należy postąpić w przypadku zgubienia lub zniszczenia zezwolenia radiomodelarskiego?

— Należy o tym zgłosić niezwłocznie władzom (łączności lub organizacji społecznej), które wydały zezwolenie.

9. Kiedy zezwolenie radiomodelarskie traci swą ważność?

— Zezwolenie modelarskie traci ważność w przypadku upływu terminu ważności, cofnięcia przez Ministerstwo Łączności, utraty członkowstwa PZK lub organizacji stowarzyszonej, zrzeczenia się lub śmierci jego posiadacza.

10. Co należy zrobić z urządzeniem nadawczym w przypadku utraty zezwolenia?

— Urządzenie nadawcze należy w ciągu trzech dni przekazać innemu posiadaczowi ważnego zezwolenia lub rozebrać, zawiadamiając o tym Ministerstwo Łączności, jednocześnie ze zwrotem zezwolenia. Na wniosek posiadacza urządzenia Ministerstwo Łączności może się zgodzić na inny sposób postępowania z nadajnikiem.

11. Jakie są kary za naruszenie przepisów?

— W razie naruszenia warunków zezwolenia lub przepisów Ministerstwo Łączności może udzielić radiomodelarzowi upomnienia lub zawiesić w prawach użytkowania urządzenia nadawczego na czas określony. W stosunku do posiadacza zezwolenia, który dopuścił się poważnego wykroczenia lub był już wielokrotnie upominany, Ministerstwo Łączności może zastosować karę zawieszenia na czas nieokreślony lub cofnięcia wydanego zezwolenia. Zastosowanie pierwszej z tych kar może pociągnąć za sobą jednoczesne zabezpieczenie urządzenia nadawczego w okresie zawieszenia.

1.2. RADIOPILOT — **urządzenie kierujące, które zbudujemy**

Nasza aparatura do zdalnego kierowania modeli stanowi komplet urządzeń łatwych w budowie i wszechstronnie wypróbowanych na licznych egzemplarzach. Jest ona wykonana całkowicie z materiałów krajowych dostępnych w normalnej sprzedaży i wyróżnia się niskimi kosztami oraz małymi wymiarami, lekkością i niezawodnością pracy. Opisane urządzenia radiowe były już z powodzeniem budowane przez młodzież w wieku dwunastu lat, pracującą pod opieką instruktorów oraz przez chłopców czternasto-piętnastoletnich pracujących samodzielnie.

Urządzenie RADIOPILOT pracuje na fali nośnej niemodulowanej. Doświadczenie bowiem wykazało, że ten system sprawia najmniej kłopotów początkującym radioamatorom. Poza tym w modelarniach Aeroklubu PRL znajdują się liczne seryjne nadajniki ZK-3 pracujące właśnie z emisją A1 i mogące od razu współdziałać z naszym odbiornikiem. Bardziej zaawansowani mogą się pokusić o wykonanie wersji urządzenia pracującej na fali nośnej modulowanej, którą też opisujemy.

Może dziwić, że w naszym nadajniku został zastosowany układ z lampami elektronowymi, a nie tranzystory. To celowo! Dotychczasowe doświadczenie wykazało, że układy lampowe są bardziej „wyrozumiałe” dla nieumiejętności montażowych początkujących radiomodelarzy. Są one łatwiejsze do uruchomienia, zapewniają stabilność częstotliwości roboczej bez konieczności stosowania kwarców, mają większą moc oraz — co jest również ważne — wciąż są jeszcze tańsze w budowie. Dla zwolenników miniaturowych konstrukcji podajemy również opisy nadajników tranzystorowych. Natomiast odbiornik RADIOPILOT jest w każdym przypadku całkowicie tranzystorowy.

Opis techniczny

Częstotliwość pracy urządzenia — 27,12 MHz, rodzaj emisji — A1 (manipulowana fala nośna niemodulowana), zasięg przy ziemi — ponad 200 m, zasięg w powietrzu — 2...3 razy większy.

Nadajnik — dwulampowy, samowzbudny, pracujący w układzie przeciwsobnym; moc elektryczna doprowadzona — 2 W; antena — pręt pionowy 1,3 m lub 2,63 m; moc promieniowania — 0,1...0,4 W; zasilanie — ogniwa i baterie suche: 1,5 V/100 mA, 67,5 V/10 mA przy sygnale lub 120...135 V/15 mA przy sygnale; wymiary bez anteny — 95×125×220 mm; ciężar bez zasilania — 0,7...1,4 kG, z zasilaniem — 1,1...2,1 kG. Manipulator ręczny lub automatyczny.

Odbiornik — całkowicie tranzystorowy z detektorem superreakcyjnym; czułość — 12...20 μV; antena — pionowa lub pozioma o długości 800 mm; zasilanie — bateria sucha lub akumulator: 4,5...9 V (0,15...3 mA przy sygnale z nadajnika i 12...30 mA bez sygnału); przekaźnik ujawniający — neutralny elektromagnetyczny o oporności cewki 120...300 Ω; wymiary — 42×74×25 mm; ciężar bez zasilania — 50 G, z zasilaniem — 95...140...250 G.

Mechanizm wykonawczy — według opisu; zasilanie — bateria sucha 1,5...4,5 V (250...750 mA przy sygnale); ciężar — 25...85 G.

Istnieje również możliwość zastosowania innych mechanizmów wykonawczych opisanych w książce autora pt. „Zdalne kierowanie modeli" (WKŁ 1967 r.).

Materiały i koszty

Kosztorys budowy urządzeń opisanych w książce został sporządzony według stanu cen na dzień 1 stycznia 1968 roku. Odnosi się on do części radiowych tylko produkcji krajowej. Należy oczekiwać, że sprzęt radiowy — zwłaszcza miniaturowy — będzie taniał w dalszym ciągu, w miarę rozwoju produkcji.

Nadajnik. Koszt materiałów i części potrzebnych do budowy wynosi 105 złotych. Do tego dochodzi koszt ogniw i baterii zasilających o łącznej sumie 43 do 86 złotych, w zależności od rodzaju zastosowanych baterii. Komplet ogniw żarzeniowych wystarcza na 6 godzin pracy, a baterii anodowych na 10 godzin pracy. Czas budowy zespołu nadawczego nie przekracza 6...12 godzin, nie licząc wykonania skrzynki — obudowy.

Odbiornik. Koszt materiałów i części potrzebnych do budowy wynosi 250...300 złotych w przypadku, jeśli przekaźnik ujawniający wykonujemy samodzielnie. Do tego dochodzi koszt baterii zasilających w wysokości 3 do 15 złotych, w zależności od rodzaju zastosowanych baterii. Komplet baterii wystarcza na 10 godzin pracy. Czas budowy zespołu odbiorczego nie przekracza 4...12 godzin, nie licząc wykonania przekaźnika ujawniającego.

Mechanizm wykonawczy. Koszt materiałów potrzebnych do samodzielnej budowy mechanizmu wykonawczego wynosi 10 zł (elektromagnes) lub 50 zł (mikrosilnik elektryczny), zaś pracochłonność 1...8 godzin. Może (ale nie musi) dojść koszt baterii zasilającej — 3 złote. Bateria wystarcza na $^1/_4$ do 1 godziny pracy.

Tak więc, mając około 350...400 złotych i około 12...32 godzin wolnego czasu możemy przystąpić do budowy naszego urządzenia kierującego w wersji najprostszej; aby móc to urządzenie uruchomić, potrzeba będzie dalszych 50 złotych na zakup ogniw i baterii zasilających.

Należy dodać, że powyższy kosztorys przewiduje zakup wszystkich części nowych, w sklepach. A przecież każdy radioamator posiada podręczny zapas różnych części i materiałów. Wtedy koszty własne wykonania urządzenia kierującego znacznie się obniżają.

Nowe części kupujemy w sklepach lub stoiskach ze sprzętem radiotechnicznym, a najlepiej w sklepach-wzorcowniach zaopatrzonych zawsze w pełny wybór części miniaturowych. Warto dodać, że niektóre organizacje, jak np. Aeroklub PRL i LOK, przydzielają często swoim członkom miniaturowe przekaźniki, mechanizmy wykonawcze, a nieraz i inne części potrzebne do budowy urządzeń kierujących.

Narzędzia

Do budowy urządzeń do zdalnego kierowania modeli będziemy potrzebowali zaledwie kilku podstawowych narzędzi. Oto one: lutownica (najlepiej elektryczna o mocy 60...100 W), ostry nóż, szczypce uniwersalne, młotek, wiertarka ręczna, pilniki, pożądany jest dostęp do imadła oraz nożyc do cięcia blachy (niezbędnych przy wykonywaniu metalowej obudowy nadajnika).

Lutowanie

Wbrew pozorom, umiejętności dobrego lutowania nie są powszechne. Najczęściej spotyka się „lepienie" zbyt zimnym lutowiem. Jest to tzw. **zimne lutowanie,** nie zapewniające trwałego połączenia. Dlatego też warto poznać zasady prawidłowego lutowania. Przede wszystkim należy używać lutownic o mocy 60...100 W z miedzianym grotem o ciężarze 20...30 G (lutownice transformatorowe, tzw. pistoletowe nie są przydatne). Lutowie rurkowe (tzw. tinol) powinno zawierać przynajmniej 45% czystej cyny i wypełniacz bezkwasowy. Można też stosować cynę i czystą kalafonię (używaną np. przez muzyków do smarowania smyczków). A teraz rozpatrzymy kolejne czynności.

Lutowanie obwodów zwykłych polega na wykonaniu następujących czynności.

1. Zimny grot lutownicy oczyszcza się pilnikiem, aby miedź była widoczna. Po ogrzaniu do temperatury topnienia kalafonii, oczyszcza się grot powtórnie pilnikiem i zanurza w kawałku kalafonii. Jeśli lutownica została przegrzana i oczyszczony grot pokrył się ciemnofioletową warstwą tlenku miedzi, należy lutownicę ostudzić, oczyścić i zabieg powtórzyć. Następnie więcej nagrzewamy lutownicę i pokrywamy jej grot warstwą cyny. Jeśli cyna na grocie jest w stanie ciekłym i ma srebrzysty połysk,

świadczy to o właściwej temperaturze lutowania. Jeżeli jednak cyna zacznie się szybko pokrywać żółtym lub niebieskim nalotem, oznacza to zbyt wysoką temperaturę lutownicy. Przy zbyt małej temperaturze cyna tworzy masę zbliżoną do kaszy. Dlatego też pożądana jest regulacja temperatury lutownicy. Po dłuższym nieużywaniu lutownicy lub po upływie 4 godzin pracy zabieg pobielania grotu należy powtórzyć.

2. Przewody łączone oczyszczamy do połysku, a potem cynujemy przy użyciu kalafonii. Warstwa cyny powinna być równa i błyszcząca.

3. Łączenie kilku przewodów musi nastąpić na długości przynajmniej 3...5 mm. Owijanie wzajemne przewodów nie jest konieczne; również nie musimy przewlekać drutów przez oczka końcówek lutowniczych. Jeśli mamy połączyć wiele elementów w jednym miejscu, możemy skręcić spiralę z drutu pocynowanego ⌀ 0,5 mm i po włożeniu przewodów do środka zalać cyną.

4. Lutowanie właściwe musi przebiegać szybko (3...5 sekund) dobrze nagrzaną lutownicą. Najpierw na grot pobieramy kawałek cyny, potem szybko zanurzamy go w kalafonii i zaraz przykładamy do miejsca łączenia. Lutowie rurkowe przykładamy bezpośrednio do miejsca lutowania i przyciskamy grotem. Cyny nie może być ani za dużo, ani za mało. Musi ona wypełnić wszystkie szczeliny w lutowanych połączeniach i tworzyć płynne przejścia. Nie może jednak być dużych kropli cyny otaczających zatopione w nich elementy. Połączenie lutowane musi mieć połysk. Matowa powierzchnia z żółtym nalotem, nierówności ciągnące się za odejmowanym grotem świadczą o przegrzaniu lutownicy. Jeśli cyna się nie rozpływa i ma postać kaszy, którą trzeba rozmazywać grotem — oznacza to, że lutownica jest za zimna.

5. Po zakończeniu lutowania oczyszczamy nadmiar kalafonii watką lub twardą szczoteczką zmoczoną w czystym spirytusie albo w roztworze alkoholu etylowego (95%) i metylowego (5%). Spirytus skażony lub woda kolońska tworzą po wyschnięciu warstewkę, często korodującą i pogarszającą własności izolacyjne. Czysty spirytus także pozostawia ślady wody, dlatego należy po przemyciu wysuszyć urządzenie promiennikiem podczerwieni (około 2 godzin w temperaturze + 40°C). Dodajmy, że zanieczyszczona płytka montażowa może być po zawilgoceniu w terenie powodem poważnych zakłóceń w działaniu urządzenia.

Lutowanie obwodów drukowanych. Czynności opisane powyżej w punktach 1, 2, 4 i 5 pozostają bez zmian, z tym tylko, że czas lutowania nie powinien przekraczać 3 sekund. Obwód drukowany, czysty i powleczony warstewką kalafonii rozpuszczonej w spirytusie nie podlega wstępnemu cynowaniu. Dobry jest sposób podkładania pod lutowane części gąbki zwilżonej wodą, co jednocześnie dociska te części i chłodzi. Również tutaj miejsca lutowane powinny mieć połysk. Zbyt długie grzanie grozi odklejeniem się ścieżki przewodzącej od podłoża.

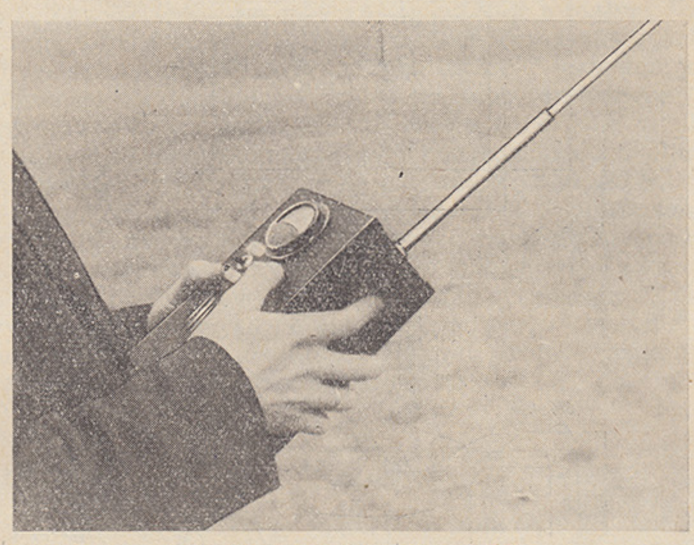
1.2.1. Nadajnik

Przygotowanie

Przed przystąpieniem do wykonania nadajnika należy przygotować potrzebny materiał oraz następujące, sprawdzone, części składowe (oznaczenia według rys. 1-8):

V1, V2 — lampa elektronowa 3S4T, DL 192, szt. 2;
L1 — cewka powietrzna z drutu miedzianego ⌀ 1,5...2 mm o długości 1 m, srebrzonego lub w emalii, według opisu, szt. 1;
L2 — cewka powietrzna z drutu miedzianego ⌀ 1...1,5 mm o długości 0,5 m, umieszczona wewnątrz cewki *L1*, według opisu, szt. 1;

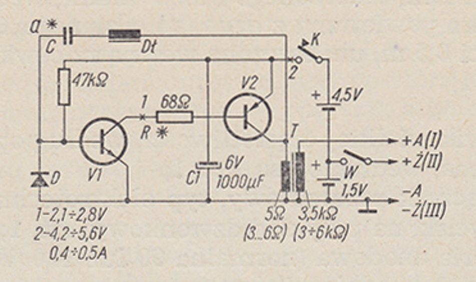
Dł — dławik wielkiej częstotliwości, według opisu, szt. 1;
An — antena, według opisu, szt. 1;
W — wyłącznik przerzutowy, typ elektrotechniczny, szt. 1;
K — przycisk, na przykład dzwonkowy, szt. 1;
A — bateria anodowa (normalna 90 lub 120 V albo też jedna lub dwie od odbiorników turystycznych, każda o napięciu 67,5 V);
Ż — ogniwo żarzenia, okrągłe 1,5 V, szt. 1...2;
C1 — kondensator zmienny lub półzmienny (powietrzny albo ceramiczny) 5...30 pF, szt. 1;
C2, C3 — kondensator stały 30...50 pF, ceramiczny lub mikowy, szt. 2;
C4 — kondensator stały 10 000 pF, styrofleksowy lub papierowy, szt. 1;
R1, R2 — opornik stały 25 kΩ dla napięcia anodowego 120...135 V lub 10 kΩ dla napięcia anodowego 67,5...90 V, 1/4 W, szt. 2.

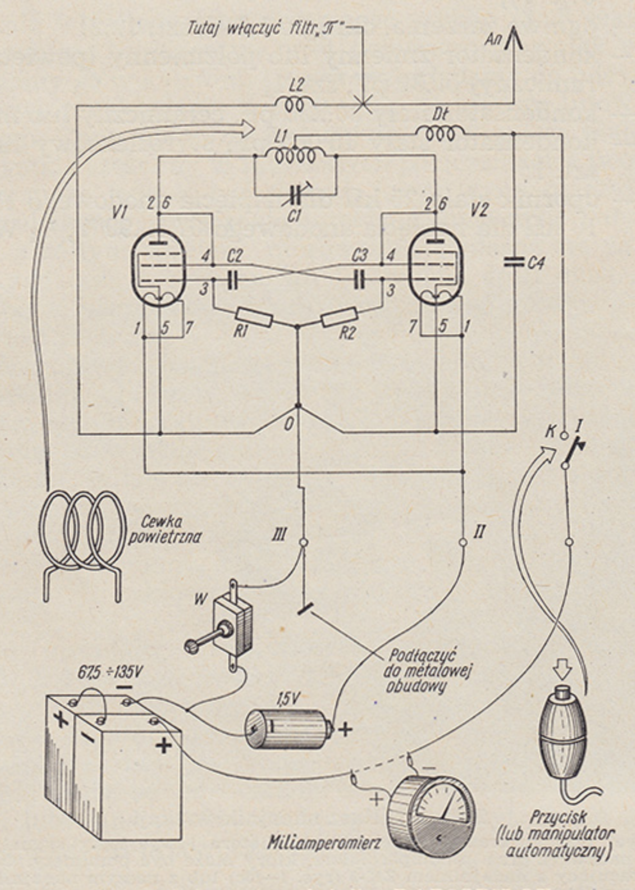


Rys. 1-7. Nasz nadajnik w akcji

Kciukiem prawej ręki zwieramy przycisk manipulatora i wysyłamy sygnały. Widoczna jest krótka antena nadawcza oraz miliamperomierz, który może być pominięty. Odbiornik RADIO-PILOT współpracujący z nadajnikiem ZK-3 (rys. 1—13c) lub z naszym nadajnikiem przenośnym z długą anteną ma sprawdzony zasięg naziemny ponad 2200 m

Sprzęt montażowy — drut połączeniowy ⌀ 0,7... 1×1000 mm, srebrzony lub w izolacji PCW (igelitowej), koszulki izolacyjne, podstawki do lamp „Miniatura" (2 szt.), śruby M2,5...M3 (6 szt.), końcówki lutownicze i nity rurkowe lub z drutu miedzianego (8 szt.), nici szare, klej, cyna i kalafonia (lub tinol), przewody PCW (najlepiej różnobarwne i miękkie) o łącznej długości 1,25 m.





Rys. 1-8. Schemat nadajnika RADIOPILOT

a — modulator i zarazem przetwornica napięcia anodowego 90...135 V/15 mA (do opisu w tekście),
I, II, III **— punkty podłączenia przystawki**
(filtr antenowy „II" jest pożądany, lecz niekonieczny)

Części potrzebne do uruchomienia i regulacji nadajnika — miliamperomierz prądu stałego o zakresie do 30...50 mA (1 szt.), woltomierz prądu stałego o zakresach 0...3 V i 0...150 V (1 szt.), żarówka karzełkowa 2,5...3,5 V/0,1...0,2 A.

Sprawdzanie części

Jest to podstawowa czynność przed przystąpieniem do budowy urządzenia kierującego. Każda część radiowa musi być sprawdzona i zmierzona. Korzystamy przy tym z pomocy licznych radioklubów lub uprzejmości najbliższego Zakładu Usług Radiotechnicznych i Telewizyjnych. Możemy też stworzyć własne laboratorium pomiarowe, do czego wystarczą proste, niedrogie urządzenia wykonane np. według opisów zawartych w książce „Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu, w pracy i w szkole" (1966 r.).

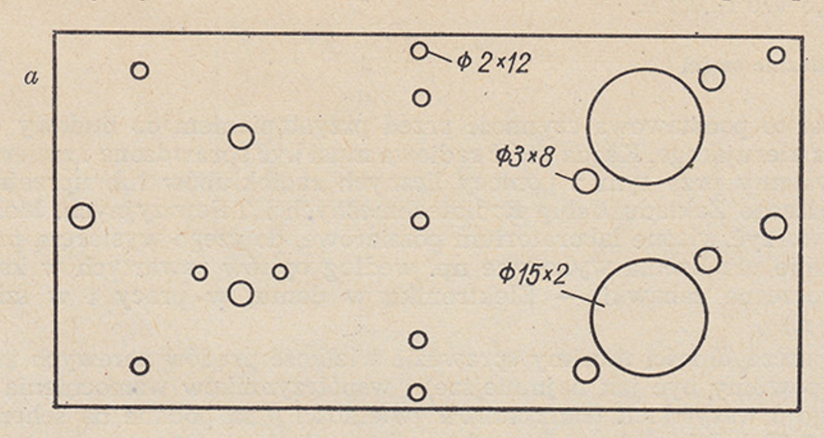
W szczególności musimy sprawdzić wielkość prądów zerowych kolektora (powinny być jak najmniejsze) i współczynników wzmocnienia prądowego β wszystkich tranzystorów (wielkości β są podane na schemacie z rys. 1-19a). Jako *V2* w odbiorniku wybieramy tranzystor o najmniejszym prądzie zerowym kolektora i największym współczynniku β.

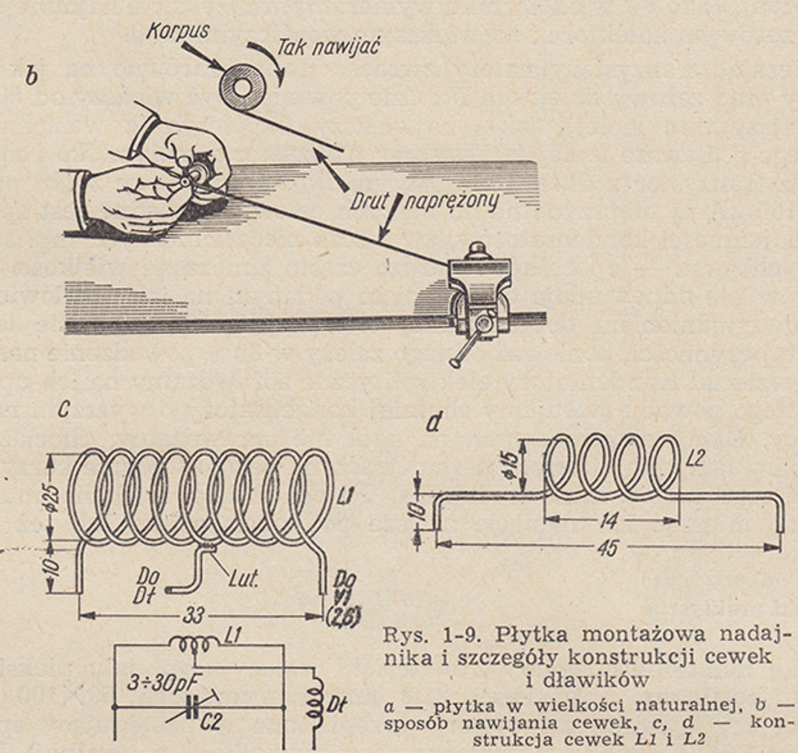
Dobierając tranzystory należy zwracać uwagę zarówno na jak najmniejszy prąd zerowy kolektora *Iko* (nie powinien być większy od 50 μA; im mniejszy tym lepiej), jak i największy współczynnik wzmocnienia prądowego β. Zawsze lepiej jest wybrać tranzystor z małym *Iko* i mniejszą β niż tranzystor z dużą β ale sporym *Iko*. Tranzystory z *Iko* powyżej 50...100 μA są nieprzydatne do naszych celów. Niezbędne jest sprawdzenie pojemności kondensatorów, zwłaszcza nieceramicznych (np. styrofleksowych) oraz — oporników. Bardzo często zmierzone wielkości tych elementów nie odpowiadają oznaczeniom podanym na ich obudowie nawet z uwzględnieniem dopuszczalnej tolerancji ±10...20%. Nie lekceważmy tej czynności, ponieważ od tego zależy w 80% powodzenie naszego przedsięwzięcia! Kondensatory elektrolityczne sprawdzamy na ich upływność i z tego powodu stosujemy chętniej kondensatory o wyższym napięciu pracy. Lamp elektronowych na ogół nie sprawdzamy, chociaż dobranie pary lamp o zbliżonych parametrach na pewno wpłynie korzystnie na stabilność i sprawność nadajnika. Nawet źródła zasilania musimy sprawdzić mierząc ich napięcie zawsze pod obciążeniem lub też prąd zwarcia.

Wskazówki praktyczne

Płytkę montażową robimy z materiału izolacyjnego, jak: pleksiglas, tekstolit, pertinaks, o grubości 2...3 mm i wymiarach 50×100 mm. W płytce tej wykonujemy otwory przeniesione w następujący sposób z rysunku 1-9*a* (rysunek ten wykonany jest w wielkości naturalnej). Przerysowujemy go na odcinek kalki technicznej lub przezroczystego papieru, który przyklejamy następnie klejem roślinnym (biurowym) do przyszłej płytki montażowej. Teraz wiercimy otwory, zmywamy wodą przyklejony papierowy wzorzec i pierwsza czynność jest zakończona. Z kolei w ośmiu otworach oznaczonych przez kreskowanie na rysunkach 1-10 *a* i 1-10 *b* zamocowujemy końcówki lutownicze lub wklepujemy zwykłe nity miedziane i pobielamy ich główki cyną.

Aby nawinąć cewkę *L1*, przygotowujemy odcinek pręta lub rurki o średnicy zewnętrznej 22 mm i długości około 300 mm, w którym wiercimy z jednego końca otwór ϕ 1,5...2 mm. Przez ten otwór przewlekamy i zamocowujemy końcówkę drutu ϕ 1,5 do 2 mm, a następnie po jego





Rys. 1-9. Płytka montażowa nadajnika i szczegóły konstrukcji cewek i dławików

a — płytka w wielkości naturalnej, *b* — sposób nawijania cewek, *c*, *d* — konstrukcja cewek *L1* i *L2*

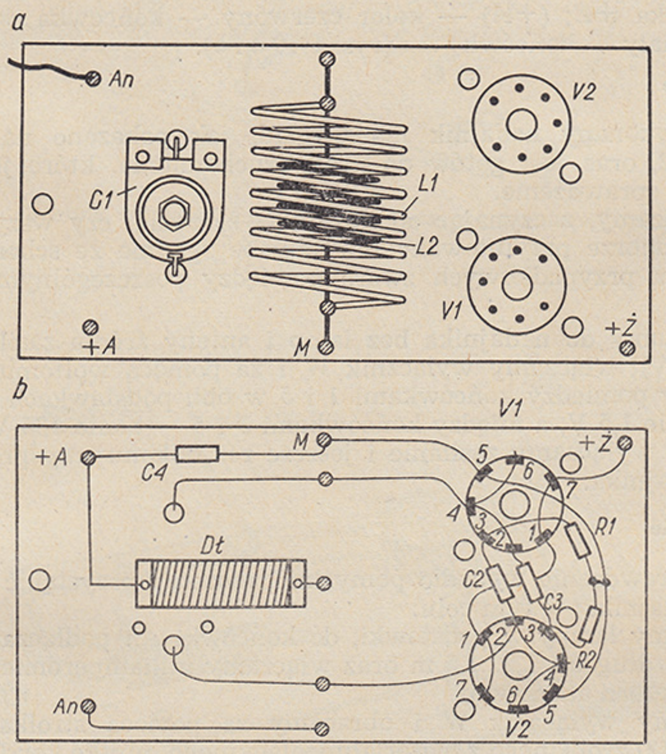
naprężeniu nawijamy ciasno 12 zwojów. Najwygodniej jest posłużyć się przy tym imadłem, jak to pokazuje rysunek 1-9*b*. Po nawinięciu zdejmujemy cewkę z rdzenia i skracamy do 9 zwojów, pozostawiając końcówki o długości 10 mm. Do piątego zwoju lutujemy od dołu końcówkę z drutu o długości 10 mm — odczep dla dławika (*Dł*). Tak przygotowaną cewkę *L1* widzimy na rysunku 1-9*c*.

Cewkę antenową *L2* wykonujemy podobnie jak *L1*, lecz na rdzeniu o średnicy zewnętrznej 14 mm i drutem ∅ 1...1,5 mm (4 zwoje) z pozostawieniem dłuższych końcówek, jak na rysunku 1-9*d*.

Dławik *Dł* jest nawinięty drutem DNE * w emalii 0,1...0,15 mm o długości 2,75 m, ciasno zwój przy zwoju w jednej warstwie na pręcie lub rurce preszpanowej, plastykowej, ceramicznej itp. o średnicy 8...10 mm. Konstrukcję dławika widzimy na rysunku 1-12. Jeszcze lepiej jest zastosować drut nawojowy w oplocie jedwabnym. Nie zaleca się powlekania dławika jakimkolwiek klejem. Można natomiast umieścić krople kleju polistyrenowego (używanego np. do sklejania zabawek — samolotów z plastyku) na obu końcach dławika, co zapobiega rozsuwaniu się zwojów.

Budowa

Przed rozpoczęciem budowy nadajnika zapoznajemy się z jego schematami i rysunkami wykonawczymi, a następnie:



Rys. 1-10. Schemat montażowy nadajnika
a — widok z góry, *b* — widok z dołu

— do podstawy — płytki montażowej z rysunku 1-9*a* przymocowujemy (nitami, śrubami z nakrętkami M3 lub na wcisk i klej uniwersalny) dwie podstawki lampowe;
— do podstawy przytwierdzamy za pomocą śrub z nakrętkami M2 lub nitów półzmienny kondensator ceramiczny *C1* (rys. 1-10 *a*);

* DNE — symbol oznaczający rodzaj drutu nawojowego (miedziany, emaliowany); liczby podają jego średnicę w milimetrach.

— łączymy przez lutowanie obwody żarzenia lamp, najlepiej (—) punkty *5, 5, M* przewodem w kolorze czarnym, (+) punkty *1—7, 1—7, 1—1, +Ż* przewodem żółtym (rys. 1-10*b*);
— lutujemy części: *R1, R2, C2, C3* do odpowiednich końcówek podstawek lampowych i łączymy lampy *V1* i *V2* jako triody *2-4-6;*
— lutujemy cewkę *L1* do trzech wewnętrznych końcówek lutowniczych lub nitów oraz podłączamy ją do kondensatora *C1* i końcówek w podstawkach lampowych *4* (*V1*) i *2* (*V2*);
— wlutowujemy dławik *Dł* oraz kondensator *C4* (rys. 1-10*b*);
— we wnętrzu cewki *L1* umieszczamy cewkę *L2* o zgodnym kierunku nawinięcia i lutujemy ją do dwóch zewnętrznych końcówek lutowniczych lub nitów, uważając aby cewka *L2* znajdowała się dokładnie w środku cewki *L1* (rys. 1-10*a*);
— uzupełniamy brakujące połączenie między końcówką cewki *L2* i *An;*
— lutujemy barwne przewody zasilające o długości około 250 mm: (—*A*, —*Ż*) — kolor czarny — końcówka *M*; (+*Ż*) — kolor żółty — końcówka +*Ż*; (+*A*) — kolor czerwony — końcówka +*A*; (*An*) — kolor biały — końcówka *An* (rys. 1-10 *a* i *b*).

Sprawdzenie

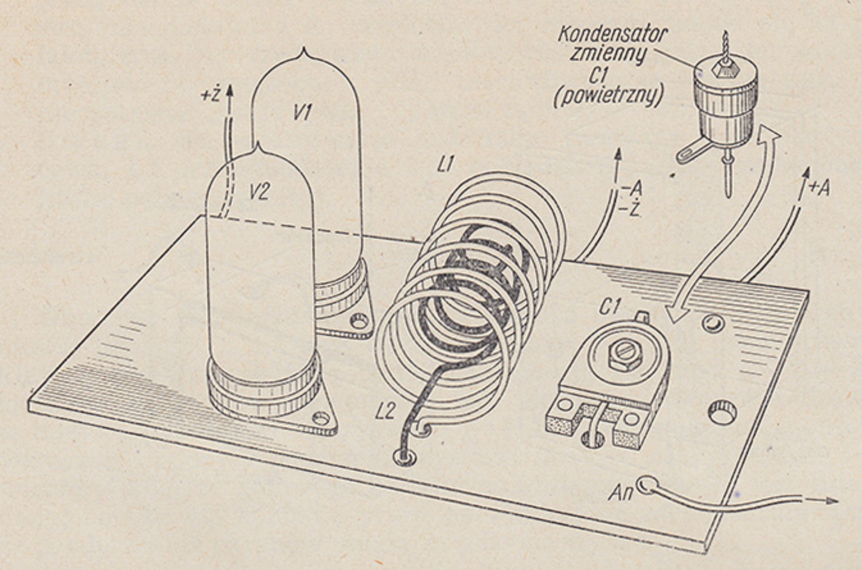
Tak wykonany nadajnik ma wygląd, jak pokazano na rysunkach 1-11 i 1-12, oraz jest gotów do prób uruchomienia, które jednak musi poprzedzić sprawdzenie.

Sprawdzamy, zaczynając od obwodów żarzenia, czy wszystkie połączenia są dobrze przylutowane i wykonane zgodnie ze schematem oraz czy nie ma przypadkowych zwarć pomiędzy poszczególnymi częściami nadajnika.

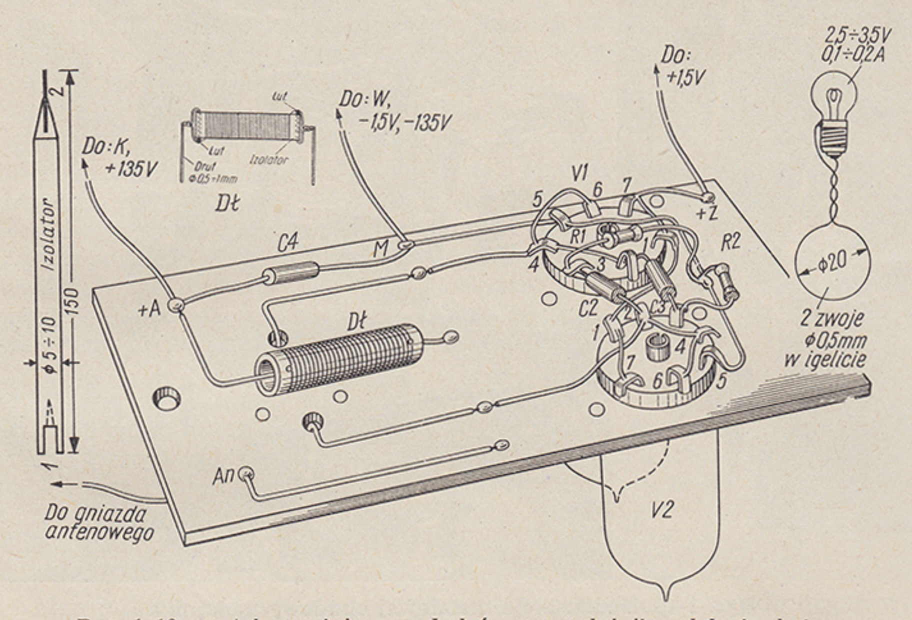
Podłączamy do nadajnika bez lamp i anteny źródła zasilania (1,5 V i np. 135 V); włączamy wyłącznik *W* i za pomocą woltomierza sprawdzamy, czy pomiędzy końcówkami *1* i *5* w obu podstawkach lampowych jest napięcie 1,5 V, a między końcówkami *2* i *5* — około 135 V; jeżeli tak nie jest — wyłączamy zasilanie i jeszcze raz dokonujemy przeglądu połączeń nadajnika.

Uruchomienie

Gdy sprawdzenie wypadło pomyślnie, możemy przystąpić do uruchomienia nadajnika; w tym celu:
— wkładamy lampy w podstawki, do końcówki *An* podłączamy odcinek drutu o długości 1,2...1,5 m oraz włączamy miliamperomierz w szereg z +*A* baterii anodowej;
— włączamy wyłącznik *W* i obracamy za pomocą stroika-śrubokręta (rys. 1-12) zrobionego z materiału izolacyjnego, płytkę kondensatora *C1* obserwując przy tym podziałkę przyrządu; jeśli nadajnik pracuje, nastąpi w pewnej chwili nagły wzrost prądu; przyrząd powinien wówczas wskazać prąd anodowy rzędu 10...15 mA; jeżeli prąd jest większy, należy zwiększyć wartości oporników *R1* i *R2*, jeżeli mniejszy — zmniejszyć wartość każdego z tych oporników do 15 kΩ (dla napięcia anodowego 120...135 V); gdy przyrząd nie wskazuje żadnego prądu, sprawdzamy, czy nie ma przerwy w obwodzie żarzenia lub w obwodzie siatek lamp;
— próbnik żarówkowy (rys. 1-12) zbliżony z boku do wnętrza cewki *L1* powinien się rozjaśniać;



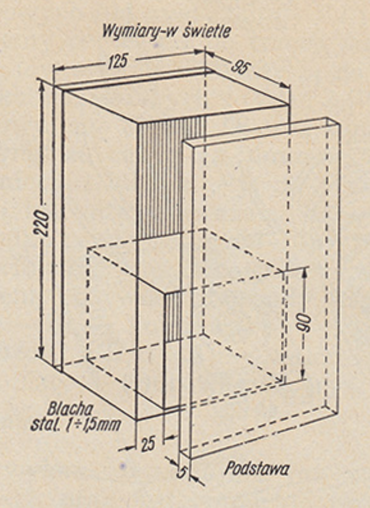
Rys. 1-11. Tak powinien wyglądać nasz gotowy nadajnik, jeśli spojrzymy na niego z góry i z boku

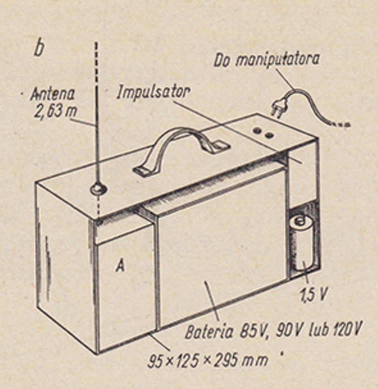


Rys. 1-12. ...a tak powinien wyglądać nasz nadajnik z dołu i z boku

z prawej — próbnik żarówkowy promieniowania w. cz., a więc działania nadajnika
z lewej — stroik (*1* — do kondensatorów powietrznych, *2* — do kondensatorów ceramicznych i rdzeni ferrytowych)

a





c

Rys. 1-13. Konstrukcja metalowej obudowy nadajnika

a — nadajnik ręczny z krótką anteną, *b* — przykład umieszczenia członu *A* w nadajniku przenośnym z długą anteną pionową, *c* — seryjna aparatura kierująca krajowej produkcji ZK-3; nadajnik jednokanałowy pracujący z emisją *A1*; przykład, jak można wykonać obudowę metalową do wersji przenośnej naszego nadajnika RADIOPILOT z rys. 1-8

— udajemy się do klubu radioamatorskiego, gdzie prosimy o dostrojenie naszego nadajnika do częstotliwości 27,12 MHz za pomocą falomierza; jeżeli zakres zmian pojemności kondensatora *C1* nie spowoduje dostrojenia nadajnika do częstotliwości roboczej, ustala się za pomocą falomierza, czy rzeczywista częstotliwość nadajnika jest większa czy mniejsza od potrzebnej; jeżeli częstotliwość ta jest za duża, należy nieco ścisnąć zwoje cewki *L1,* jeżeli za mała — rozciągnąć.

Uwaga. Po dostrojeniu nadajnika pożądane jest usztywnienie cewki *L1* przez naklejenie 1...3 nakładek z pasków pleksiglasu (trolitulu, polistyrenu itp).

Obudowa

Obudowę nadajnika możemy wykonać z blachy stalowej lub aluminiowej grubości 1...1,5 mm według rysunku 1-13 lub też z drewna, wyklejając jej wnętrze folią metalową (ekran). Przewód (—*A*, —*Ż*) podłączamy do obudowy metalowej lub ekranu w skrzynce drewnianej, w miejscu pokazanym na rysunku 1-14. Schemat połączeń montażowych wewnątrz obudowy podano na rysunku 1-14, a na rysunkach 1-15 *a* i *b* widzimy wnętrze gotowego nadajnika. Miliamperomierz jest tutaj pożądany, bo ułatwia kontrolę pracy nadajnika, ale niekonieczny. Dodajmy, że powierzchnie ekranów **muszą** ze sobą się stykać.

Antena

Dobra antena powinna mieć długość 2,63 m. Taką antenę zastosujemy w nadajniku w dużej obudowie (z normalną baterią 120 V), stojącym na ziemi. W nadajniku ręcznym byłoby to niewygodne w użyciu, stosujemy więc antenę krótszą, o długości 1,25...1,75 m.

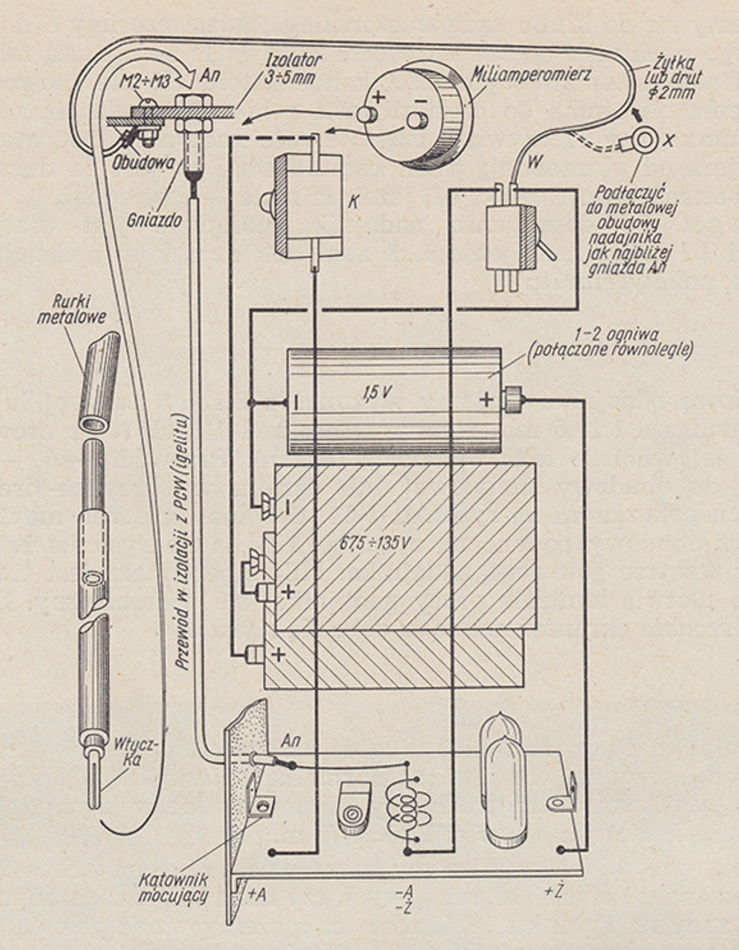
Antenę, pręt pionowy, możemy sporządzić z odcinka drutu stalowego lub miedzianego, z rurek aluminiowych czy miedzianych łączonych w sposób pokazany na rysunku 1-14, albo też możemy wziąć gotową od pokojowej anteny telewizyjnej. W tym ostatnim przypadku z jednej anteny telewizyjnej otrzymamy dwie anteny do nadajników i do tego składane. W każdym jednak przypadku koniec anteny należy zawinąć w kształcie oczka lub zabezpieczyć nasadką plastykową, a to ze względu na groźbę ukłucia, zwłaszcza urazów oczu. Dobre są też składane anteny samochodowe, a najlepsze — z cewką przedłużającą (rys. 1-16).

Antenę zakończamy u dołu przylutowaną wtyczką radiotechniczną. Jako gniazdko antenowe służy również gniazdo radiotechniczne osadzone w izolatorze — płytce z pleksiglasu lub ceramiki radiotechnicznej, przymocowanej z kolei do obudowy nadajnika. Widzimy to na rysunku 1-14.

Manipulatory

Manipulacją nazywa się przerywanie w odpowiedni sposób drgań wielkiej lub małej częstotliwości wytwarzanych w urządzeniu nadawczym w celu uzyskania jednoznacznie określonych sygnałów-zleceń dla zdalnie kierowanego modelu.

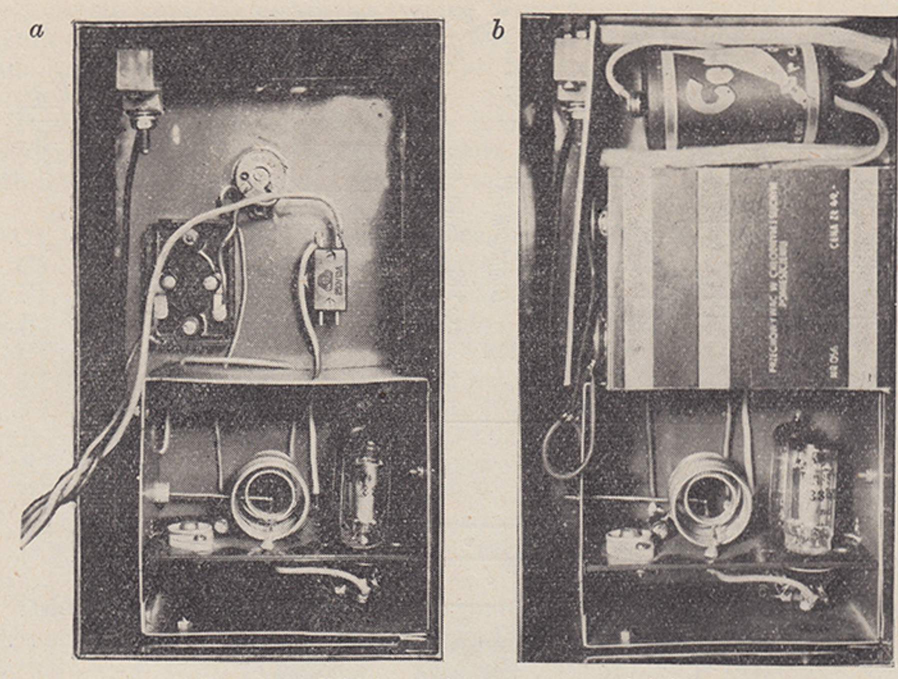
Manipulatorem może być najprostszy przycisk włączony w obwód anodowy (rysunek 1-8, *K*).



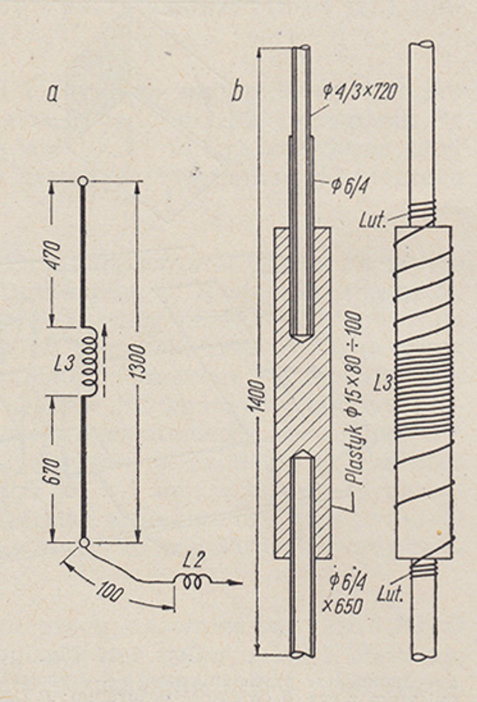
Rys. 1-14. Schemat połączeń wewnątrz obudowy nadajnika
Połączenie —*A*, —*Ż* z obudową musi być wykonane tylko w jednym punkcie, jak najbliżej gniazda anteny

Stosując mechanizm wykonawczy z rysunku 1-24*a* możemy uzyskać przez wyposażenie nadajnika w manipulator automatyczny z rysunku 1-17*a* — kierowanie ustawcze modelu, to znaczy, że ster w modelu będzie się wychylał proporcjonalnie do ruchów drążka sterowego manipulatora, a więc model będzie „chodził za ręką". Dane w nawiasach odnoszą się do odmiany manipulatora pracującej przy napięciu rzędu 20 V. Jako drążek sterowy służy pokrętło potencjometru *P*. Jedyną rzeczą, na którą należy zwrócić uwagę przy budowie tego urządzenia, jest konieczność podłączenia części *C* i *R* do tej pary styków przekaźnika, które później się zwierają. Manipulator ten może być użyty także w systemie kierowania omówionym na przykładzie manipulatora z rysunku 1-17*b*.

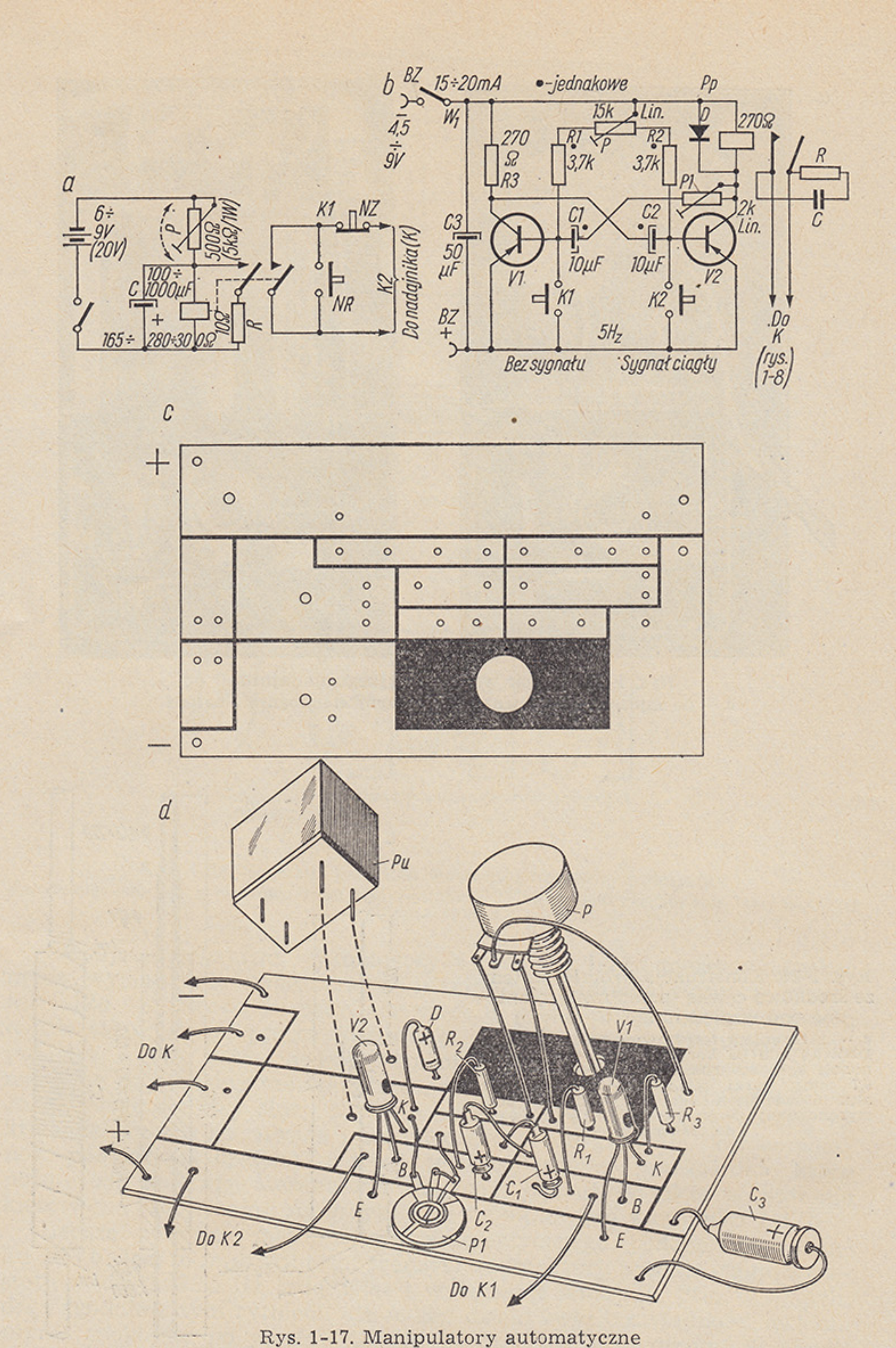
Lepszą odmianę manipulatora automatycznego podano na rysunku 1-17*b*. Jest to multiwibrator tranzystorowy, który pracuje ciągle z częstotliwością 2...3...5 Hz, załączając i wyłączając nadajnik. Ster w modelu drga zgodnie z tym rytmem, ale model dzięki swej bezwładności leci lub płynie spokojnie po prostej, jak gdyby ster był w neutrum. W chwili zwarcia przycisku *K1* przekaźnik *Pp* rozwiera styki, a ster w modelu



Rys. 1-15. Widok wnętrza naszego nadajnika
a — po zdjęciu tylnej ścianki, *b* — z kompletem ogniw i baterii



Rys. 1-16. Konstrukcja krótkiej anteny ze środkową cewką (przedłużającą antenę pod względem elektrycznym)
a — z rdzeniem ferrytowym (*L3* — 13,5 zw. DNE 0,4 mm na korpusie ⌀ 10 mm z rdzeniem), *b* — bez rdzenia (*L3* — 24 zw. DNE 0,7 mm); rurki miedziane, mosiężne lub aluminiowe; uzwojenia pokryć klejem polistyrenowym; górna rurka — wyjmowana do transportu



Rys. 1-17. Manipulatory automatyczne

a — impulsator przekaźnikowy, *b* — impulsator multiwibratorowy, *c* — płytka montażowa impulsatora z rys. *b* (wielkość naturalna); *R* (100 Ω) i *C* (10...50 nF) — układ gasikowy zapobiegający iskrzeniu styków, *d* — schemat montażowy do rys. *b*,*c*

wychyla się w jedno skrajne położenie. Przy zwarciu przycisku *K2* przekaźnik zwiera styki, a ster w modelu wychyla się w drugie skrajne położenie. A więc mamy coś w rodzaju najprostszego kierowania dwukanałowego.

Przed przystąpieniem do budowy manipulatora automatycznego musimy przygotować materiał i sprawdzone części składowe o możliwie małych wymiarach (oznaczenia według rysunku 1-17*b*):

C1, C2 — kondensator elektrolityczny 10 μF, 3...9 V, 2 szt.;
C3 — kondensator elektrolityczny 50 μF, 12 V, 1 szt.;
R1, R2 — opornik stały 3,7 kΩ, 1/4 W, 2 szt.;
R3 — opornik stały według opisu, 1/4 W, 1 szt.;
P — potencjometr liniowy 15 kΩ, 1 szt.;
P1 — potencjometr liniowy 2 kΩ, 1 szt.;
V1, V2 — tranzystor: TG53, TG51, TG50, P13, P15, OC72, OC76, 2 szt.;
D — dioda germanowa: DOG 50...62, OA85, 1 szt.;
K1, K2 — przycisk, na przykład dzwonkowy, 2 szt.;
BZ — bateria zasilająca 4,5...9 V, 1 szt.;
Pp — przekaźnik pośredniczący według opisu, 1 szt.;
W1 — wyłącznik przerzutowy, typ elektrotechniczny, 1 szt.

Drobny sprzęt montażowy: płytka montażowa z obwodem drukowanym jak na rysunku 1-17*c* (wykonanym według opisu płytki montażowej odbiornika — o czym piszemy dalej) lub zwykła płytka z materiału izolacyjnego 1,5...3 mm×42×42 mm i drut montażowy srebrzony, albo w PCW (igelicie) ⌀ 0,5...0,75 mm, długości 0,5 m, miękki przewód w różnobarwnej izolacji z masy plastycznej o łącznej długości 0,75 m, klej, nici szare, cyna i kalafonia (lub tinol), śruby z nakrętkami M3 (2÷4 szt.), blacha 2×10×100 mm.

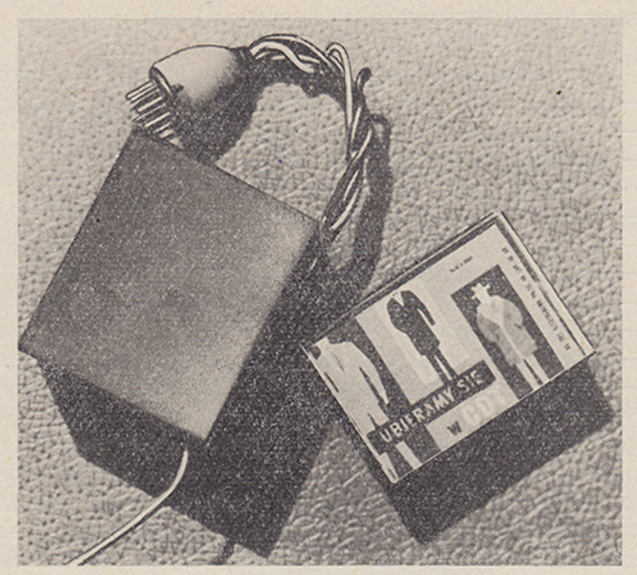
Części potrzebne do uruchomienia i regulacji manipulatora: stoisko probiercze do regulacji przekaźnika, jak na rysunku 1-22; przekaźnik *Pp* powinien zwierać swe styki przy prądzie 10...15 mA, a rozwierać przy 5...8 mA. Musi on być wyregulowany przed przystąpieniem do montażu manipulatora.

Budowa i uruchomienie: manipulator montujemy w całości na płytce (przekaźnik *Pp* może być oddzielnie umieszczony). Następnie załączamy baterię zasilającą 6...9 V i obserwujemy kotwicę przekaźnika; powinna przełączać styki z częstotliwością 2...5 Hz. Symetryczność czasu przerwy do czasu trwania impulsu regulujemy potencjometrem *P1*. Dodając jak najbliżej styków przekaźnika układ gasikowy *RC* kończymy budowę manipulatora. Manipulator umieszczamy wewnątrz obudowy nadajnika, najlepiej poza wydzielonym przedziałem generatora w. cz. Styki przekaźnika włączamy w szereg z przewodem idącym do +*A* (np. w miejsce *K* na rysunku 1-8), zaś na płycie czołowej nadajnika umieszczamy dwa przyciski manipulacyjne *K1* i *K2* i ewentualnie pokrętło regulatora *P* oraz wyłącznik *W1*.

Wskazówki praktyczne: manipulator pracuje również bez części *P1, D* i *C3*, które mogą być pominięte (stabilizują one tylko układ i ułatwiają regulację oraz zabezpieczają uzwojenie przekaźnika przed przebiciem). Potencjometr *P* może być zastąpiony potencjometrem liniowym 10...50 kΩ.

Wielkość opornika *R3* powinna odpowiadac oporności uzwojenia cewki przekaźnika *Pp*.

Częstotliwość impulsowania możemy zmienić przez zmianę pojemności obu kondensatorów elektrolitycznych *C1* i *C2*. Dwukrotne zwiększenie pojemności *C1* i *C2* obniża w przybliżeniu o połowę częstotliwość impulsowania manipulatora. I odwrotnie. Jako przekaźnik *Pp* może być użyty



Rys. 1-18. Nasz odbiornik z rys. 1-19 w miniaturowym wykonaniu

dowolny przekaźnik teletechniczny, np. typu krajowego MT-6 o oporności cewki 150...380 Ω (najlepiej 270...300 Ω). Można też zastosować przekaźnik z rysunku 1-22, po zastąpieniu jego styków — większymi, wziętymi np. od urządzeń teletechnicznych lub elektrotechnicznych. Przekaźnik *Pp* powinien być umieszczony z dala od anteny nadajnika i jej przewodu idącego do generatora w.cz.

1.2.2. Odbiornik

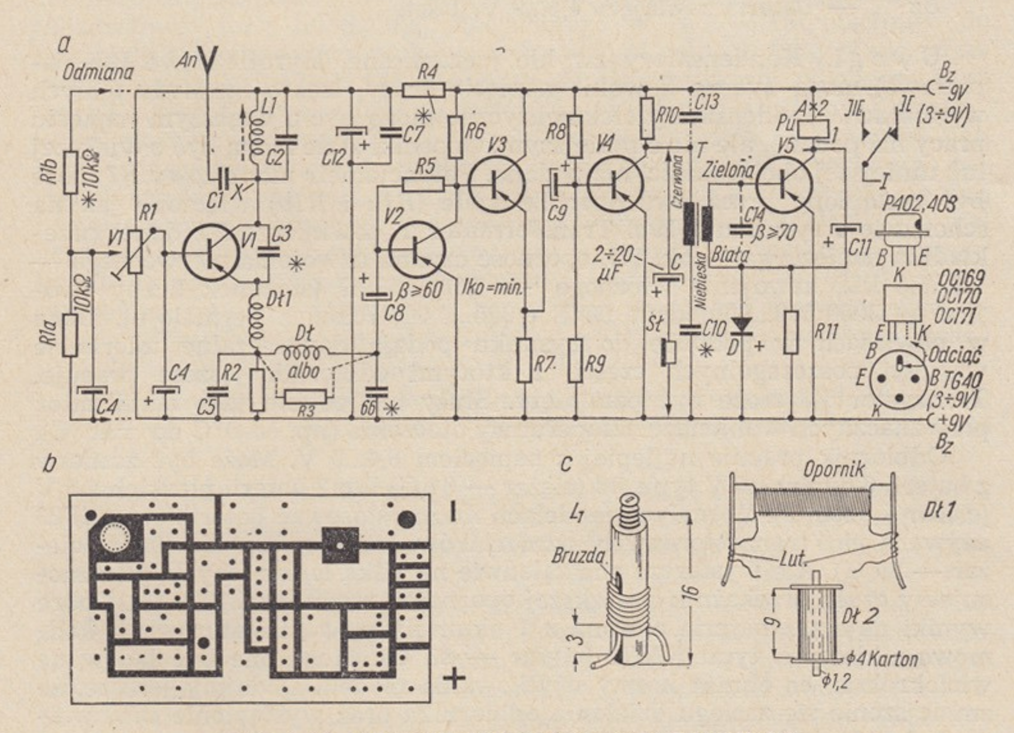
W następnej kolejności wykonujemy odbiornik wraz z anteną i przekaźnikiem ujawniającym.

Przygotowania

Przed przystąpieniem do budowy musimy przygotować materiał i sprawdzone części składowe o możliwie małych rozmiarach (oznaczenia według rys. 1-19):

V1 — tranzystor: OC169, OC170, OC171, OC615, AF116, SFT320, P403, TG39, TG40, 1 szt.;
V2 — tranzystor: TG3A, OC75, OC71, 1 szt.;
V3 — tranzystor: TG2, TG5, OC71, 1 szt.;
V4 — tranzystor: TG2, TG3A, TG53, OC71, OC72, 1 szt.;
V5 — tranzystor: TG3A, TG53, TG50, OC72, OC75, 1 szt.;

D — dioda germanowa: DOG62, DOG63, DOG56, OA85, 1 szt.;
L1 — cewka obwodu rezonansowego, według opisu, 1 szt.;
Dł 1 — dławik wielkiej częstotliwości, według opisu, 1 szt.;
Dł 2 — dławik małej częstotliwości, według opisu, 1 szt.;
An — antena z miękkiego przewodu Ø 0,5...1,5 mm w izolacji z masy plastycznej długości 800 mm, 1 szt.;
C1 — kondensator ceramiczny 15 pF, 1 szt.;
C2 — kondensator ceramiczny 50 pF, 1 szt.;
C3 — kondensator ceramiczny 33 pF, 1 szt.;
C4 — kondensator elektrolityczny 2 μF, 6 V, 1 szt.;
C5 — kondensator ceramiczny lub inny 10 000 pF, 1 szt.;
C6 — kondensator ceramiczny lub inny 40 000 pF, 1 szt.;
C7 — kondensator ceramiczny lub inny 3000 pF, 1 szt.;
C8 — kondensator elektrolityczny 2 μF, 6 V, 1 szt.;
C9 — kondensator elektrolityczny 2 μF, 6 V, 1 szt.;



Rys. 1-19. Odbiornik tranzystorowy RADIOPILOT

a — schemat ideowy; dopuszczalne tolerancje wartości poszczególnych elementów: *R1* (10...25 kΩ, liniowy), *R2* (5...5,1 kΩ), *R3* (1 kΩ), *R4* (0...1 kΩ), *R6* (4,7...5,1 kΩ), *R7* (4,7...5,1 kΩ), *R8* (25...30 kΩ), *R10* (900...1100 Ω), *R11* (470...560 Ω lub 270...820Ω), *C1* (1...25 pF), *C2* (47...68 pF), *C3* (15...82 pF), *C4* (0,5...μF), *C5* (4,7...10 nF), *C6* (2,2...50 nF), *C7* (1...5 nF), *C8* (0,1...25 μF), *C9* (0,1...25 μF), *C10* (4800 pF...50 nF), **C12 (5...25 μF)**, **C13** (niekonieczny, ale nieraz ułatwiający regulację; 6800 pF, ceramiczny), *C14* — to samo (4...50 nF), V1 — β min. 80 (OC169, OC170) lub min. 35 (P401...3), *D* — dowolna o oporności w kierunku przewodzenia max 220 Ω, *Dł1* — 60...80 zw. DNE 0,05...0,1 mm (2...4 Ω), np. na oporniku 1...2 MΩ (0,1 lub 0,25 W) albo izolatorze Ø 3...4 mm, *Dł2* — 4700 zw. DNE 0,05 mm (680 Ω) na izolatorze Ø 4×9 mm lub wypełnienie kubkowego rdzenia ferrytowego Ø 14×8 mm drutem DNE 0,05...0,07 mm (30 mH),
b — płytka montażowa (płytka w wielkości naturalnej — patrz str. 68);
c — konstrukcja *L1*, *Dł1* i *Dł2*; dane pomiarowe przydatne podczas regulacji; prąd w obwodzie przekaźnika (punkt *A*): *Pu* — 120 Ω, *Bz* — 4,5 V (bez sygnału — 12 mA, przy sygnale — 2 mA), *Pu* — 320 Ω, *Bz* — 8,4 V (*Io* — 20 mA, *Is* — 2,5 mA), *Pu* — 600 Ω, *Bz* — 9 V (*Io* — 12 mA, *Is* — 0,2 mA), *Pu* — 320 Ω, *Bz* — 6 V (*Io* — 14,4 mA, *Is* — 0,2 mA), *Pu* — 370 Ω, *Bz* — 6 V (*Io* — 12 mA, *Is* — 0,2 mA), *Pu* — 1 380 Ω, *Bz* — 6 V (*Io* — 5 mA, *Is* — 0,2 mA), *Pu* — 370 Ω, *Bz* — 8,4 V (*Io* — 23 mA, *Is* — 1,25 mA)

C10 — kondensator ceramiczny lub inny 4800 pF, 1 szt.;
C11 — kondensator elektrolityczny 5 μF, 3...12 V, 1 szt.;
C12 — kondensator elektrolityczny 10 μF, 12 V, 1 szt.;
R1 — potencjometr montażowy 25 kΩ, 1 szt.;
R2 — opornik stały 5,1 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R3 — opornik stały 1 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R4 — opornik stały 100 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R5 — opornik stały 100 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R6 — opornik stały 4,7 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R7 — opornik stały 4,7 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R8 — opornik stały 30 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R9 — opornik stały 10 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R10 — opornik stały 1 kΩ, 1/10 W, 1 szt.;
R11 — opornik stały 500 Ω, 1/10 W, 1 szt.;
T — transformator miniaturowy: T-21 (T-27, T-16), 1 szt.;
Bz — bateria zasilająca 4,5...9 V, 1 szt.

Uwagi. Kondensatory zwykłe (ceramiczne, styrofleksowe lub papierowe) mogą być na dowolne napięcie pracy, lecz o możliwie małych wymiarach. Kondensatory elektrolityczne mogą być o większym napięciu pracy niż podano, ale nie o mniejszym. Oporniki stałe mogą być o większej lub mniejszej obciążalności niż podano. Potencjometr montażowy *R1* może być zastąpiony przez dwa oporniki stałe (*R1a* i *R1b*) włączone jak na schemacie z rysunku 1-19*a*. Transformator *T* powinien mieć dane: przekładnia napięciowa — ok. 1:5, oporność czynna uzwojenia pierwotnego — 1,2...1,5 kΩ, uzwojenia wtórnego — 230...450 Ω (stosunek liczby zwojów — 3000:500...600; drut DNE 0,025...0,04; rdzeń z permaloju). Dane w nawiasach w podpisie do rysunku podają dopuszczalne tolerancje wartości poszczególnych części, z którymi odbiornik jeszcze pracuje. Tranzystor *V3* może być pominięty. Służy on jedynie jako stabilizator przy znacznych wahaniach temperatury otoczenia (np. od 0°C do +40°C).

Odbiornik pracuje najlepiej z napięciem 8,4...9 V. Może być zasilany z baterii 6 ogniw 1,5 V typu *R6* (ciężar — 84 G) lub 2 baterii płaskich 4,5 V (ciężar — 200 G). W małych modelach można stosować baterię typu *6F22* używaną do tranzystorowych odbiorników radiofonicznych (9 V, ciężar — 29 G). Ale wystarcza ona zaledwie na kilka lotów (chyba, że zastosujemy czuły przekaźnik o większej oporności, rzędu 500...1000 Ω). Dobre wyniki daje też bateria złożona z 7 akumulatorów miniaturowych kadmowo-niklowych typu *KNO2* (ciężar — 91 G). Mogą one być ładowane wielokrotnie, co obniża koszty użytkowania modeli. Dodajmy jeszcze, że zmniejszenie się zasięgu działania odbiornika oraz wystąpienie samowolnych drgań przekaźnika, a także „bulgotanie" w słuchawkach — to typowe objawy zestarzenia się baterii lub wyczerpania się akumulatorów. Trzeba je wymienić na nowe albo naładować.

Samowolne drgania przekaźnika mogą też być spowodowane niedokładnym zestrojeniem odbiornika z nadajnikiem lub zakłóceniami ze strony iskrzącego komutatora mikrosilnika w mechanizmie wykonawczym. W tym drugim przypadku niezbędne są układy zabezpieczające (patrz książka pt. „Zdalne kierowanie modeli"), wymiana silnika albo dodanie do odbiornika stopnia wzmacniacza wielkiej częstotliwości (rys. 1-25*c*). Do najbardziej zakłócających należą mikrosilniki PICO importowane z NRD. Nieraz pomaga dopiero przetoczenie lub wymiana ich komutatora.

Drobny sprzęt montażowy: miękki przewód w różnobarwnej izolacji PCW o łącznej długości 1,0 m, płytka montażowa z materiału izolacyjnego 1,5...3×42×54 mm (najlepiej z gotowym obwodem „drukowanym” jak na rysunku 1-19*b*), ewentualnie drut montażowy miękki w PCW o średnicy 0,5...1,0 mm i łącznej długości 0,5 m, zużyta lampa miniaturowa z cokołem 7-nóżkowym (np. 3S4T), klej, nici szare, cyna i kalafonia (lub tinol), pożądana jest żywica epoksydowa (Epidian-5).

Części potrzebne do uruchomienia i regulacji odbiornika: miliamperomierz prądu stałego o zakresie 0...30 mA (1 szt.) lub woltomierz prądu stałego o zakresie 0...6 V (1 szt.), słuchawki radiowe o oporności 2000 Ω lub więcej.

Wskazówki praktyczne

Podstawę odbiornika — płytkę montażową wycinamy z laminatu metalizowanego folią miedzianą, stosowanego w radio-elektrotechnice do produkcji tzw. obwodów drukowanych. W tym celu na folię płytki przenosimy przez kalkę lub też rysujemy od razu miękkim ołówkiem linie czarne i punkty zaznaczone na rysunku 1-19. Są to szczeliny i otwory, które musimy wykonać. Teraz za pomocą ostrego noża i metalowej linii wykonujemy nacięcia po krawędziach zaznaczonych linii, wydrapując następnie wąskie paski-pola między nimi. W przypadku krzyżowania się linii nacięcia obu linii zaczynamy od punktu ich przecinania się. Następnie wywiercamy wszystkie potrzebne otwory i najważniejszą czynność przygotowawczą do montażu możemy uważać za załatwioną. Oczywiście można zamiast wycinania wytrawić płytkę. O tych sposobach mówimy wyczerpująco w książce „Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu, pracy i szkole” (1966 r.), w rozdziale 1.

Dobre wyniki daje trawienie płytek obwodów drukowanych w roztworze: 45 ml kwasu azotowego + 30 ml wody; czas trawienia — około 5 minut.

Gorzej, gdy nie mamy pod ręką gotowej płytki laminatowej. Musimy wówczas zrobić ją sami, przyklejając do płytki z tekstolitu lub pertinaksu o grubości 1,5...2,0 mm warstwę folii miedzianej grubości 0,03...0,1 mm. Jako kleju używamy żywicy Epidian-5. Najpierw jedną stronę folii i płytki oczyszczamy papierem ściernym i robimy nieco szorstkie, a następnie powlekamy je klejem i przyciskamy folię gorącym żelazkiem elektrycznym przez okres 10...20 minut. W ten sposób otrzymujemy laminat własnej produkcji gotowy do wycinania mozaiki połączeń z rysunku 1-19*b*. Można też od razu przykleić do płytki odpowiednio wycięte elementy z folii, ze szczelinami izolującymi, ale wówczas trzeba uważać, aby nie przykleiły się one do żelazka. Opis przyrządzania roztworu żywicy klejącej znajduje się na jej opakowaniu. Należy skrupulatnie przestrzegać podanego tam dawkowania składników.

Na zakończenie oczyszczamy mozaikę połączeń i powlekamy ją roztworem kalafonii w spirytusie.

Cewkę *L1* możemy wykonać różnie (rys. 1-19*c*), zależnie od posiadanego korpusu i rdzenia. Jeśli posiadamy korpus plastykowy o średnicy 5 mm z rdzeniem, używany w krajowych odbiornikach tranzystorowych (cewka oscylatora od „Eltry” lub „Kolibra”), nawijamy na niego ciasno 7,5 zwoju drutu DNE 0,4...0,5 mm. Nawinięcie ciasne oznacza ułożenie

zwoju drutu tuż przy zwoju. Na korpusie o średnicy 7 mm (z rdzeniem) nawiniemy 7 zwojów DNE 0,85 mm.

Dławik *Dł1* możemy wykonać przez ciasne nawinięcie 60...80 zwojów drutu DNE 0,1 mm na korpusie plastykowym o średnicy 5 mm (bez rdzenia), 45...50 zwojów DNE 0,1 mm na korpusie bez rdzenia o średnicy 8 mm (długość nawinięcia — 10...12 mm) lub 80 zwojów drutu DNE 0,07..0.,1 mm na wałeczku z plastyku albo pleksiglasu o średnicy 3...4×12 mm. Można też nawinąć bezpośrednio na oporniku masowym 1...2,4 MΩ (obciążalność 0,5...1 W) 240 ± 5 zwojów drutu DNE 0,06 mm lub 60 zwojów DNE 0,1 mm, lutując końce drutu do końcówek opornika. Dobre wyniki daje zastosowanie gotowego dławika przeciwzakłóceniowego od kolejek elektrycznych PICO importowanych z NRD.

Dławik *Dł2* może mieć postać cewki bez rdzenia nawiniętej drutem DNE 0,05 mm do uzyskania oporności dla prądu stałego 680 Ω. Jeśli korpus cewki ma wymiary ⌀ 4×9 mm trzeba nawinąć 4700 zwojów, jeśli średnica korpusu wynosi 10...15 mm — wystarczy około 2000 zwojów. Dławik może też być nawinięty na kubkowym rdzeniu ferrytowym (rys. 1-19). Dobre wyniki daje wykorzystanie cewki od starych słuchawek radiowych 500...1000 Ω, oczywiście bez rdzenia, nawet bez zwiększenia lub zmniejszenia liczby zwojów. Może też być użyte uzwojenie miniaturowego transformatora wraz z rdzeniem, o zbliżonej oporności (np. T-11).

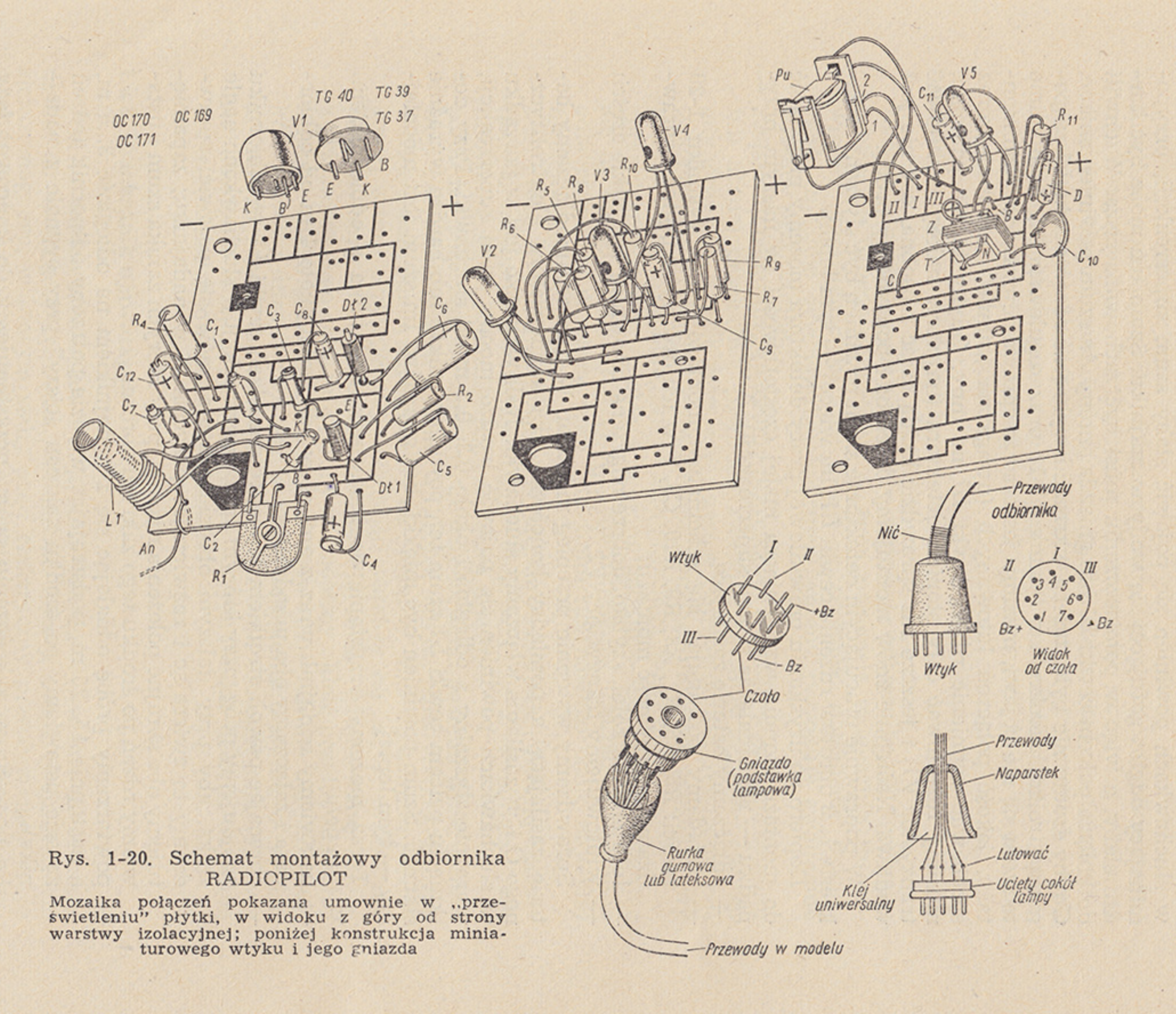
Zastosowanie dławika *Dł2* zwiększa dwukrotnie zasięg działania odbiornika, zwłaszcza pracującego na fali nośnej modulowanej. Przy pracy w małym zasięgu (rzędu 100...150 m) wystarczy umieszczenie w miejsce *Dł2* opornika stałego *R3* — 1 kΩ.

Wtyk i gniazdo wtykowe robimy z podstawki lampowej „Miniatura" oraz uciętego cokołu zużytej lampy w rodzaju 3S4T, 1T4T, 1S5T itp. W odległości 5...6 mm od dołu balonu szklanego lampy nawijamy ciasno 5...15 zwojów nici bawełnianej lub sznurka. Następnie nasycamy te zwoje spirytusem skażonym i zapalamy. Po chwili, gdy nawinięcie zacznie się zwęglać, wkładamy lampę do zimnej wody, co spowoduje równe odcięcie cokołu. Przylutowanie miękkich przewodów do końcówek nóżek w cokole lampy, wypełnienie wnętrza plastykowego naparstka żywicą „Epidian-5" lub gęstym klejem kolodionowym i połączenie naparstka z cokołem — kończy przygotowanie wtyku 7-nóżkowego. Pozostawiamy go do wyschnięcia, które trwa zwykle 8...24 godzin.

Przekaźnik ujawniający *Pu* wykonujemy według opisu do rys. 1-22.

Budowa

Przed przystąpieniem do budowy jeszcze raz zapoznajemy się ze schematem i rysunkami 1-19 i 1-20 oraz:
- wciskamy w otwór korpus z cewką *L1*, najlepiej na klej lub żywicę;
- wciskamy w otwór na klej lub żywicę dławik *Dł1* i ewentualnie *Dł2;*
- starannie oczyszczamy i ewentualnie powlekamy warstewką cyny końcówki wszystkich części przeznaczonych do wlutowania;
- wkładamy, posługując się schematem montażowym z rys. 1-20, części: *R1, R2, R4* i ewentualnie *R3, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C12* w ich otwory (oczywiście od strony bez folii miedzianej) i sprawdzamy poprawność montażu;
- lutujemy po kolei, szybko, dobrze nagrzaną lutownicą wszystkie części;
- wlutowujemy tranzystor *V1*.



Rys. 1-20. Schemat montażowy odbiornika RADIOPILOT

Mozaika połączeń pokazana umownie w „prześwietleniu" płytki, w widoku z góry od strony warstwy izolacyjnej; poniżej konstrukcja miniaturowego wtyku i jego gniazda

Sprawdzamy wstępnie przebieg montażu. W tym celu do + i — płytki podłączamy baterię 4,5...9 V, a pomiędzy końcówkę (+) kondensatora elektrolitycznego *C8* i + zasilania włączamy słuchawki. Szczotkę ślizgową potencjometru *R1* ustawiamy po środku. Jeśli wszystko jest w porządku, w słuchawkach powinien się pojawić słaby szum superreakcji, przypominający odgłos gotującej się wody w czajniku. Szum ten może być bardzo słaby, a więc w pomieszczeniu musi być zachowana cisza. W chwili dotknięcia palcem cewki *L1* lub gniazda anteny *An* szum powinien znikać. Gdyby szumu nie było, trzeba wkręcać i wykręcać rdzeń cewki *L1* za pomocą stroika-śrubokręta z rysunku 1-12 oraz regulować *R1*. Jeśli mimo to szum się nie pojawi, musimy jeszcze raz sprawdzić prawidłowość montażu, jakość połączeń lutowanych (uwaga na „zimne" lutowanie) oraz spróbować wymienić rdzeń cewki *L1* na inny. Gdyby to nie pomogło, musimy rozlutować cały stopień detektora (najpierw należy wylutować tranzystor *V1*) i jeszcze raz sprawdzić każdą część z osobna, czy nie jest wadliwa. Następnie znów montujemy detektor i ponawiamy próbę.

W poprawnie pracującym detektorze szum powinien być słyszany w zakresie 1...3 obrotów rdzenia cewki *L1*. Im więcej — tym lepiej.

Dopiero po uzyskaniu prawidłowej pracy detektora możemy przystąpić do montażu stopnia wzmacniacza małej częstotliwości (w naszym przypadku — wzmacniacza szumu superreakcji). A więc:
— odłączamy baterię zasilającą,
— wkładamy posługując się schematem montażowym z rysunku 1-20 części: *R5, R6, R7, R8, R9, R10, C9, T* w ich otwory w płytce i sprawdzamy poprawność montażu;
— lutujemy po kolei, szybko, dobrze nagrzaną lutownicą wszystkie części;
— wlutowujemy tranzystory *V2, V3* i *V4*.

Sprawdzamy wstępnie przebieg montażu. W tym celu podłączamy baterię zasilającą, a pomiędzy końcówkę (+) kondensatora elektrolitycznego *C* i + zasilania włączamy słuchawki. Jeśli wszystko jest w porządku w słuchawkach powinien się pojawić bardzo mocny szum superreakcji, wyraźnie słyszalny z odległości około 0,3...0,5 m od słuchawki. Przy dotknięciu palcem cewki *L1* szum ten powinien znikać lub bardzo wyraźnie słabnąć. Szum powinien być miękki, bez gwizdów. Im szum jest mocniejszy — tym lepiej.

Teraz możemy przystąpić do zestrojenia nadajnika z odbiornikiem. W tym celu:
— ustawiamy nadajnik wraz z anteną w odległości około 1 m od odbiornika i załączamy oba urządzenia;
— obracając powoli stroikiem-śrubokrętem rdzeń cewki *L1* w odbiorniku znajdujemy próg, przy którym szum superreakcji w słuchawkach nagle znika, aby przy dalszym obrocie rdzenia znów się pojawić; sprawdzamy to zwierając i rozwierając przycisk *K* w nadajniku; zapamiętujemy oba skrajne położenia rdzenia, przy których zanika szum i ustawiamy rdzeń po środku tego zakresu obrotu;
— powtarzamy próbę oddalając się z nadajnikiem na odległość 3...5 m, a następnie 15...25 m, podstrajając w razie potrzeby odbiornik (rdzeń zawsze ustawiamy po środku zakresu „ciszy" przy sygnale z nadajnika).

Po pomyślnym zakończeniu próby przystępujemy do końcowej fazy montażu — do budowy stopnia przekaźnikowego. W tym celu:
— odłączamy baterię zasilającą oraz wyłączamy nadajnik;

— przytwierdzamy śrubą M2,5 (np. łączącą rdzeń *Pu* z jarzmem) wyregulowany już przekaźnik *Pu* do płytki;
— wkładamy posługując się schematem montażowym z rysunku 1-20 części: *C10, C11, R11, T* w ich otwory w płytce i sprawdzamy poprawność montażu;
— lutujemy po kolei, szybko, dobrze nagrzaną lutownicą wszystkie części;
— wlutowujemy diodę *D* i tranzystor *V5,* zwracając szczególną uwagę na właściwą biegunowość diody (jest to bardzo częsty błąd montażowy),
— przylutowujemy (jeśli nie zrobiliśmy tego już przy pierwszej próbie detektora) miękkie przewody długości 100 mm zakończone wtykiem, prowadzące do + i — baterii oraz od styków przekaźnika do obwodu mechanizmu wykonawczego.

Uruchomienie, zestrojenie, regulacja

Następnie rozpoczynamy właściwą regulację odbiornika. W tym celu:
— załączamy baterię odbiornika; w tym momencie przekaźnik *Pu* powinien przyciągnąć kotwicę i tak ją trzymać; dotknięcie palcem cewki *L1* albo odizolowanej końcówki anteny powoduje zwolnienie kotwicy przekaźnika;
— załączamy nadajnik i zwieramy przycisk *K;* w chwili wysyłania sygnału fali nośnej przekaźnik powinien zwalniać kotwicę, a przyciągać ją, gdy przycisk *K* jest rozwarty; czasem potrzebna jest regulacja potencjometru *R1,* który ustawiamy w punkcie tuż przed progiem, gdy bez sygnału z nadajnika, przekaźnik przyciąga kotwicę;
— sprawdzamy zasięg działania zespołu nadajnik—odbiornik oddalając się na odległość 100...150 m lub więcej; trzeba uważać, aby antena odbiornika nie dotykała przy tym ziemi lub naszego ciała, najlepiej niech swobodnie zwisa;
— jeśli próba wypadła pomyślnie: wyłączamy nadajnik i baterię odbiornika, a następnie obcinamy zbędne końcówki części wystające poza lutowie po stronie mozaiki połączeniowej płytki;
— pomiędzy poszczególne części wsuwamy kawałki pociętej gąbki gumowej, zalewamy rdzeń cewki *L1* kroplą kleju polistyrenowego lub wosku, a cały odbiornik oklejamy na „okrętkę" 2...4 warstwami plastykowej taśmy przylepcowej, układając warstwy na krzyż; przekaźnik pozostawiamy nie zaklejony, robiąc dla niego odejmowaną osłonę z przezroczystego celuloidu (którą też możemy okleić przylepcem wraz z całym odbiornikiem); tak przygotowany odbiornik nie boi się upadków nawet z dużej wysokości, a także zatopienia; kto dba o wygląd zewnętrzny, może tak zabezpieczony odbiornik umieścić w lakierowanej obudowie zrobionej z deseczek balsowych (lekkie drewno używane przez modelarzy lotniczych) lub sklejki.

1.2.3. Przekaźnik ujawniający

Jest to bardzo ważna, ale i najtrudniejsza do wykonania część urządzenia do zdalnego kierowania. Przekaźnik nasz jest oparty na zasadzie elektromagnesu, w którym słaby prąd elektryczny przepływający przez uzwojenie powoduje przyciągnięcie kotwicy i zwarcie styków włączających wtórny obwód elektryczny o większej mocy, na przykład obwód mechanizmu wykonawczego wychylającego bezpośrednio ster w modelu.

Tablica 1-1

Przekaźniki miniaturowe

Kraj	Typ	Rodzaj	Oporność cewki Ω	Wymiary mm	Ciężar G	Styki	Uwagi
PRL	MT-6	8-4463-002-6	52	19×42×43,5	25	2×P	Do klap
		8-4463-002-8	280			100 V	Do 10 Hz
		8-4463-005-6	230			0,2 A	10/8 ms (zwiera/rozwiera)
		8-4463-002-5	185				
		8-4463-005-7	90				
	MS-1	8-4463-104-1	1100	31×14,5×14,5	20	1×P	Do 35 Hz
		8-4463-105-1	1100			1×P	3/2 ms
		8-4463-104-2	1100			1×Z	Styki 50 V/0,2 A
	SDM-1	D-4351-171-3	155	14×14×23	10	1×Z	6 V; 14/8 mA
	MPN-1		3500	15×25×30	22	1×P	Aparatura ZK-3
	MPN-2	(PM-1)	180	12×17×20	10	1×P	25/15 mA
ZSRR	RSM-2 *	JU.171.81.31	120	17,5×25×27	25	1×P	70 mA
	RES-9	RS.4.524.200	500	⌀ 21×28	20	2×P	30/5 mA
	RES-10	RS.4.524.302	630	11×16×18,5	7,5	1×P	22 mA
		RS.4.524.303	120			1×P	50 mA
	RES-15	RS.4.591.002	160	⌀ 11×16	3,2	1×P	39/7 mA
		RS.4.591.003	330			1×P	27/5 mA
		RS.4.591.004	720			1×P	19/3,5 mA
NRD	RFT	GBR-12 V	370	20×28×30	25	2×P	33 mA (MT-6)
	RFT	GBR-6 V	88	20×28×30	25	2×P	68 mA (MT-6)
	RFT	0377-10037	1—10 kΩ	27×38×78	150	1×P	Polaryzowany

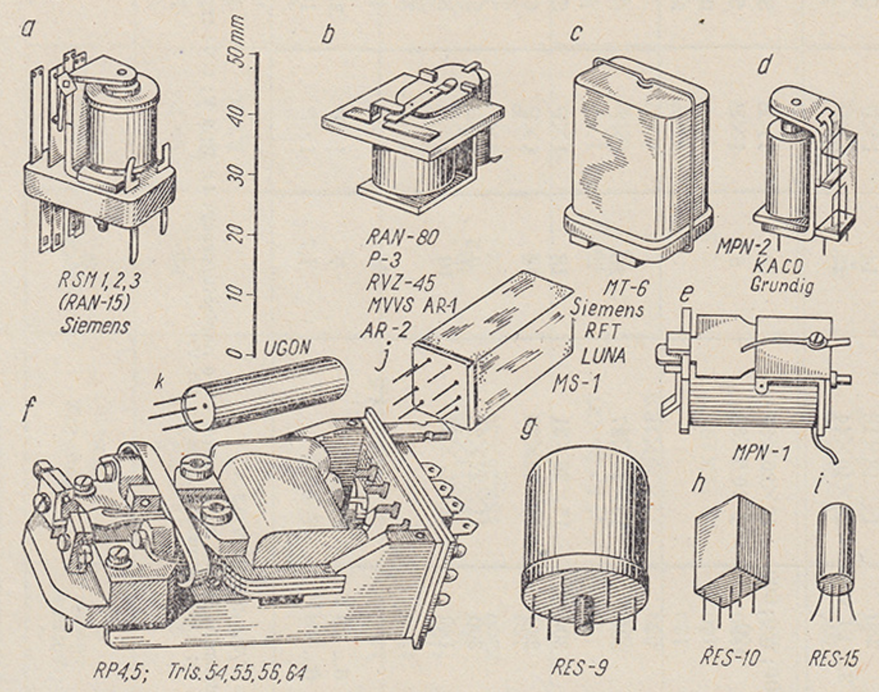
CSRS	MVVS LUNA	AR-2	230 3... 24 V	14×18×18 20×40×44	14 25	1×P 2×P	(MT-6)
Francja	JO 1 UGON	4, 6 lub 9 V AP, TM, TS	100; 250; 600 120	13×20×35 ⌀ 10,5×38	14 6,5	1×P 1×P	Styki 6 V/3 A 5 V/6,4 mA; polaryzowany; styki 0,2 A/1 A
NRF	Trls	151×	230	18×24×27	20	1×P	(MT-6); 100 V/1 A
	Haller	521	300	15×26×31	18	1×P	Styki 20 V/1 A
	Kaco		280	11×20×25	14	1×P	6...10 ms; 20 V/1 A
	Gruner	957	300	11×22×22	9,5	1×P	Styki 20 V/1 A
	Grundig	9622-650	180	11×17×20	10	1×P	Styki 30 V/1,5 A
USA	Jaico Teledyne	Gem-Micro 410; 411	6... 45 V 6... 18 V	8×13×17 ⌀ 8×6	7 1,7	1×P 1×P	22 mW/7 mW 1,5 ms; 1 A

* Obciążalność styków w przekaźnikach radzieckich — 32 V/2 A lub 250 V/0,3 A

Aktualne oznaczenia przekaźnika MPN-2, to PM-1. Przekaźniki SDM-1 są w wersjach o napięciu pracy: 1,2 V; 2 V; 6 V; 12 V; 24 V; napięcie robocze określa cyfra w symbolu D-4351-171 (kolejno: 5, 4, 3, 2, 1); napięcie przebicia 50 do 100 V.

Najlepiej jest wykorzystać gotowy przekaźnik miniaturowy PM-1 produkowany seryjnie w kraju, który został m. in. zakupiony w większej ilości dla radiomodelarzy zrzeszonych w Aeroklubie PRL i LOK. Nadaje się on doskonale do naszego odbiornika.

Przekaźnik ujawniający powinien być czuły, lekki i odporny na wstrząsy. Taki właśnie jest przekaźnik z rysunku 1-22, którego budowę opiszemy.



Rys. 1-21. Miniaturowe elektromagnetyczne przekaźniki ujawniające (pokazane we wspólnej skali)

a — PRL, ZSRR, Niemcy, *b* — PRL, CSRS, USA, Anglia, NRF, *c* — PRL, NRD, NRF, *d* — PRL, NRF, *e* — PRL, NRD, NRF, *f* — ZSRR, NRD, CSRS, NRF, *g, h, i* — ZSRR, *j* — PRL, *k* — Francja

Przygotowania

Przed przystąpieniem do budowy przekaźnika zapoznajemy się z rysunkami konstrukcyjnymi (rys. 1-22), a następnie przygotowujemy części składowe:

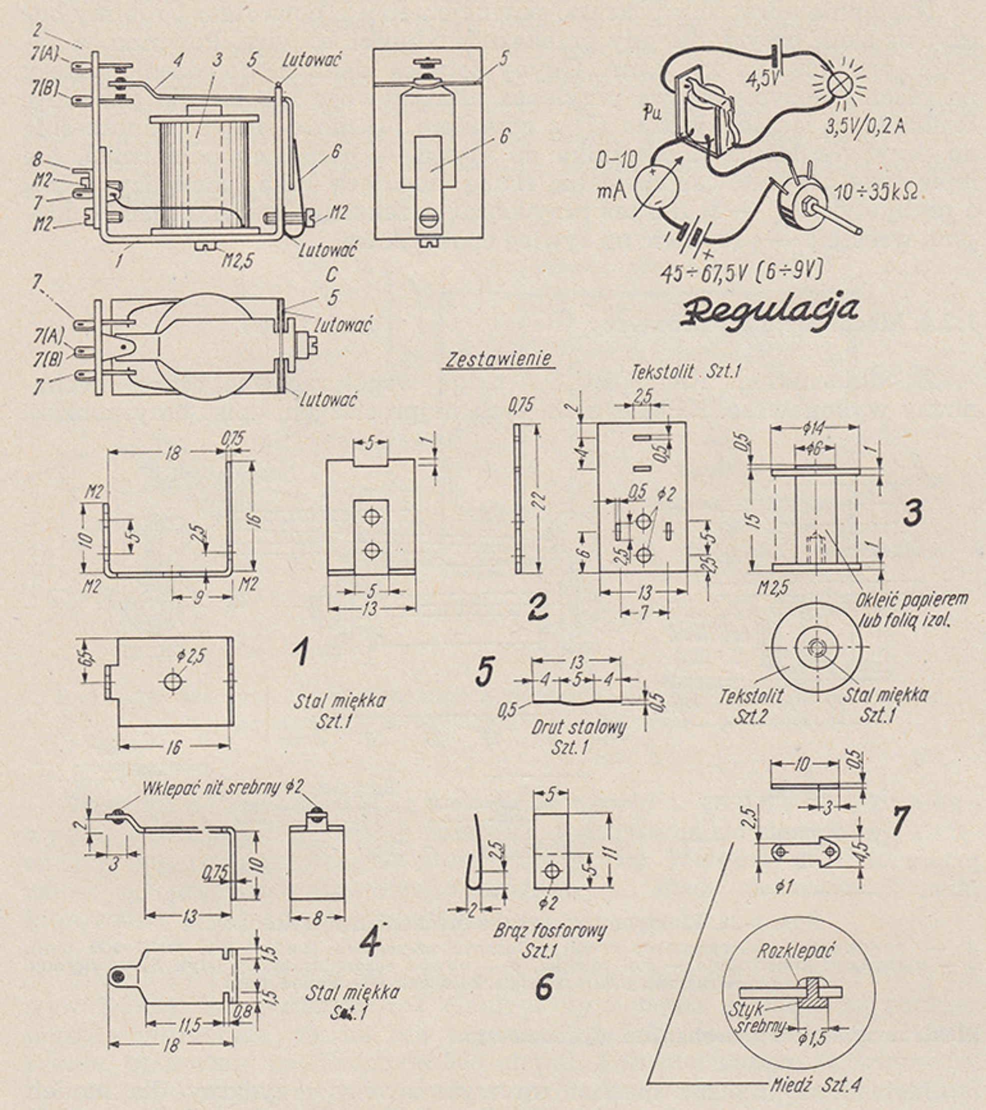
— jarzmo (*1*), rdzeń cewki (*3*) i kotwicę (*4*) wykonamy ze stali miękkiej, najlepiej z żelaza przekaźnikowego, wziętego np. ze starego przekaźnika telefonicznego; w ostateczności części te możemy zrobić z dowolnych skrawków blachy lub gwoździ, wyżarzonych 3...4 razy (tzn. tyle razy rozgrzanych do czerwoności i pozostawionych w popiele lub na powietrzu aż do zupełnego ostygnięcia), ale to dopiero po zakończonej ich obróbce według rysunku 1-22;

— uzwojenie cewki powinno mieć oporność 200...370 Ω (zwykle — 280...300 Ω); nawijamy ją do wypełnienia drutem DNE 0,07 mm (około 1200...3000 zwojów); może być użyty drut DNE 0,07...0,15 mm;

— montaż przekaźnika wykonujemy według zestawienia pokazanego na rysunku 1-22.

Regulacja

Do regulacji przekaźnika (rys. 1-22) będziemy potrzebowali: miliamperomierz prądu stałego o zakresie 0...30 mA, baterię o napięciu 4,5...9 V (zależnie od tego, jakie napięcie stosujemy do zasilania odbior-



Rys. 1-22. Miniaturowy przekaźnik ujawniający
1330 zw. DNE, 0,08 mm = 300 Ω

nika) oraz potencjometr 10...35 kΩ. Jedną końcówkę przekaźnika łączymy bezpośrednio ze środkowym odczepem potencjometru, drugą — z zaciskiem (+) miliamperomierza. Baterię włączamy pomiędzy końcówkę (—) tego miernika a dowolny odczep potencjometru.

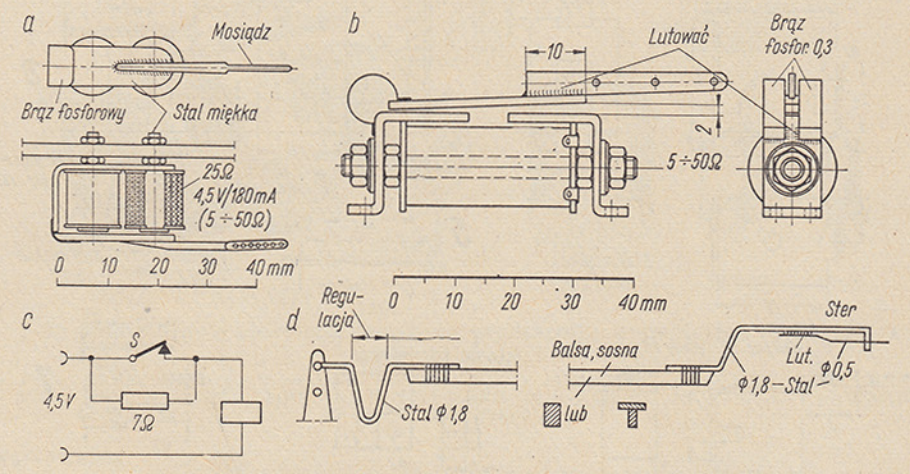
Teraz obracając z wolna pokrętło potencjometru ustalamy moment, gdy przekaźnik zadziała, to znaczy — przyciągnie kotwicę. Wówczas ro-

bimy odczyt na skali miliamperomierza. Wielkość prądu przy tym powinna wynosić 7...9 mA. Jeśli jest większa, musimy nieco przygiąć styk górny 7 (*A*) z pozostawieniem jednak prześwitu między stykami 0,2...0,5 mm lub też zmniejszyć naprężenie styku sprężystego *6* przez odkręcenie śruby regulacyjnej M2.

Następnie obracamy pokrętło potencjometru z powrotem i robimy odczyt na skali przyrządu, gdy przekaźnik odpuści kotwicę. Powinno to nastąpić przy prądzie 4,5...6 mA. Gdyby kotwica kleiła się do rdzenia, należy na rdzeń położyć warstwę przylepca plastykowego lub bibułki (na klej). Śruba M2,5 łącząca jarzmo (*1*) z rdzeniem (*3*) może służyć jednocześnie do przytwierdzania przekaźnika do płytki — podstawy odbiornika, ale lepiej jest przylutować specjalną śrubę mocującą M2,5 (pomiędzy cewką a płytą stykową — *2*) lub też przywiązać przekaźnik szarymi nićmi z klejem, wreszcie — przykleić na żywicę epoksydową.

1.2.4. Mechanizm wykonawczy

Z odbiornikiem RADIOPILOT mogą współpracować różne mechanizmy wykonawcze. Kilka z nich, tych najprostszych, opisujemy poniżej.



Rys. 1-23. Elektromagnetyczne mechanizmy wykonawcze

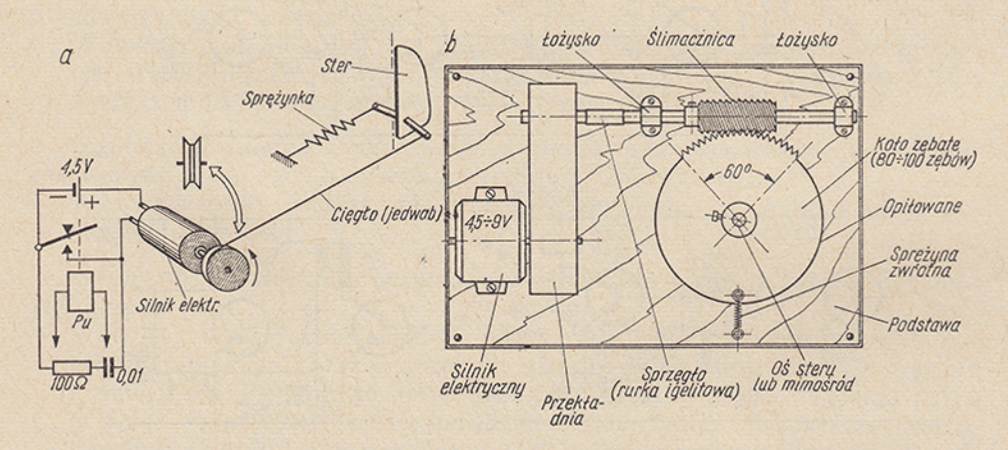
a — z dzwonka elektrycznego; cewki połączone szeregowo (2 x 1000 zw. DNE 0,25 mm), *b* — ulepszony; konstrukcja — stal miękka, *c* — obwód oszczędnościowy (styk *S* rozwierany, gdy elektromagnes przyciąga kotwicę), *d* — napęd steru

Elektromagnetyczny mechanizm wykonawczy

Jest to najprostszy mechanizm wykonawczy przydatny dla modeli latających, kołowych i małych pływających. Po prostu kupuje się zwykły dzwonek elektryczny zasilany z baterii 4,5 V, usuwa czaszę dzwonka, a do młoteczka przywiązuje cięgło lub popychacz połączone ze sterem modelu (rys. 1-23). I mechanizm jest gotowy. Bez sygnału z nadajnika ster jest wychylany w jedną stronę przez gumkę lub sprężynkę. Przy sygnale — elektromagnes wychyla ster w drugą stronę. O zasadzie kierowania w tym systemie piszemy dalej.

Oczywiście, elektromagnes (o oporności cewki 5...8 Ω) może być wykonany samodzielnie, ulepszony, uzupełniony przekładnią itp.

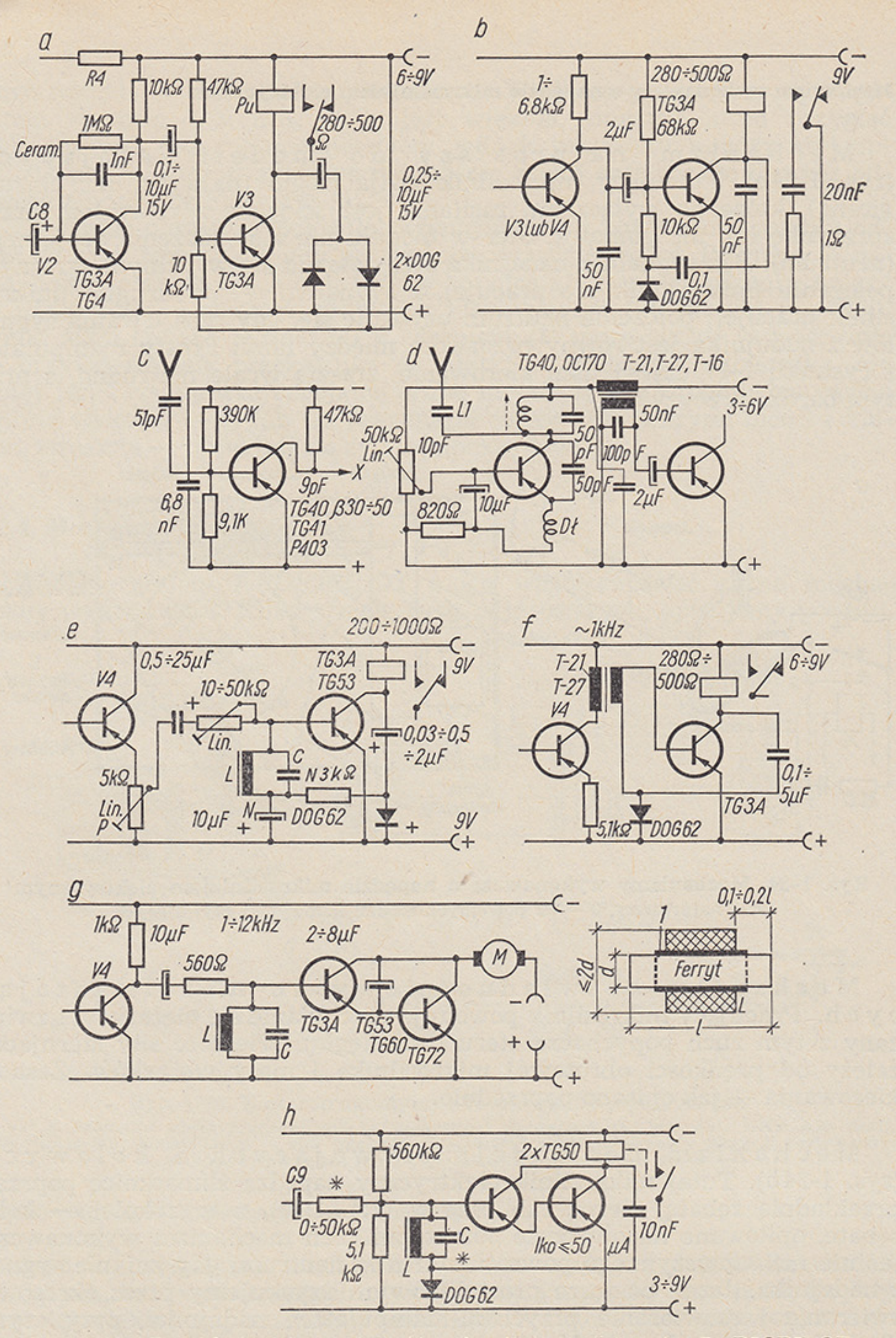
M e c h a n i z m   n a j p r o s t s z y   d o   m o d e l i   l a t a j ą c y c h (rys. 1-24*a*). Pracujący mikrosilnik zwija cięgło (najlepiej nić chirurgiczną), które po wyłączeniu zasilania jest ściągane z powrotem przez sprężynkę lub nić gumową. Ster w modelu nie ma położenia obojętnego (neutrum). Bez sygnału z nadajnika ster ustawia się w jednym skrajnym położeniu (mikrosilnik nie pracuje), z sygnałem — w drugim (mikrosilnik pracuje); położenie neutrum uzyskuje się, gdy czas trwania sygnałów z nadajnika jest równy przerwom między nimi. Prosty manipulator z rysunku 1-17 ułatwi nam kierowanie, zresztą wcale nietrudne, a przy tym bardzo precyzyjne.



Rys. 1-24. Mechanizmy wykonawcze o napędzie mikrosilnikiem elektrycznym
a — najprostszy, *b* — do powolnych modeli kołowych i pływających

M e c h a n i z m   b e z w ł a d n o ś c i o w y   d o   m o d e l i   l a t a j ą c y c h. Pracujący mikrosilnik powoduje rozchylanie się ciężarków i związany z tym ruch popychacza steru (lub cięgła). Wielkość siły sterującej zależy od prędkości obrotowej mikrosilnika i masy ciężarków. Zasada kierowania — jak opisano poprzednio.

M e c h a n i z m   d o   m o d e l i   p ł y w a j ą c y c h   i   k o ł o w y c h (rys. 1-24*b*). Tutaj mikrosilnik elektryczny napędza ślimacznicę poprzez przekładnię zębatą, cierną lub pasową (1:4...1:10), a ta z kolei — koło zębate, opiłowane na obwodzie 300 stopni. Ten mechanizm wykonawczy też nie ma samoczynnego powrotu steru do neutrum, gdy zniknie sygnał z nadajnika. Jazdę po torze prostoliniowym uzyskujemy przez okresowe zwieranie i rozwieranie przycisku-manipulatora nadajnika, przy czym długość wysyłanych sygnałów i przerwy między nimi powinny być w przybliżeniu jednakowe. Przy skrajnych wychyleniach steru (przycisk w nadajniku zwarty lub rozwarty przez dłuższą chwilę) silnik pracuje bez obciążenia, gdyż ślimacznica znajduje się poza wycinkiem uzębionym koła zębatego. Dopiero pojawienie się odmiennego sygnału i zmiana kierunku obrotów silnika powoduje pracę silnika i ruch steru. Sprężyna lub guma zwrotna ułatwia sprzęgnięcie się ślimacznicy z kołem zębatym.



Rys. 1-25. Przykłady schematów różnych odmian odbiornika RADIOPILOT

a — wzmacniacz m.cz. odbiornika uproszczonego, *b* — odmiana wzmacniacza z rys. *a*, c — wzmacniacz w.cz. (X — włączyć zamiast anteny na rys. 1-19*a*), *d* — detektor superreakcyjny do pracy przy małym napięciu zasilania, *e* — stopień końcowy (*L* — kubkowy rdzeń ferrytowy ⌀ 14 × 8 mm nawinięty do wypełnienia DNE 0,08...0,15 mm lub transformator T-21, T-27 z wykorzystaniem tylko końcówek czerwona-niebieska; *C* — 10...100 nF); elementy *N* mogą być pominięte, *P* — zastąpiony opornikami stałymi 4,7...5,7 kΩ, a P1 — 0...3 kΩ, *f* — stopień końcowy z transformatorem, *g* — stopień końcowy z filtrem nawiniętym na odcinku zwykłej anteny ferrytowej ⌀ 7...10 × 25 mm : 250...750 zw. DNE 0,23...0,38 mm, *C* — 0,1...2 μF (może być kondensator elektrolityczny); proporcje cewki filtru *L* z rys. *g* (*1* — warstwa przylepca lub bibułki), *h* — stopień końcowy z tranzystorem zespolonym złożonym z dwóch o małej β

1.3. Jeszcze nie koniec z radiem

Wprawdzie zakończyliśmy już budowę kompletnego urządzenia do zdalnego kierowania modeli i moglibyśmy przystąpić do wykonywania odpowiedniego modelu, ale przedtem zastanówmy się przez chwilę nad tym: co by było, gdyby...

Gdybyśmy chcieli zbudować odmianę odbiornika bez jakichkolwiek transformatorów?
— Wówczas stosujemy schemat z rysunku 1-25*a*. Odbiornik ten pracuje z falą nośną niemodulowaną.

Gdybyśmy chcieli zabezpieczyć odbiornik przed zakłóceniami ze strony iskrzącego komutatora mikrosilnika w mechanizmie wykonawczym lub przed wpływami postronnymi?
— Wówczas do schematu z rysunku 1-19*a* dodajemy stopień wzmacniacza wielkiej częstotliwości pokazany na schemacie z rysunku 1-25*c*. Zwiększa on ponadto czułość, a więc i zasięg odbiornika.

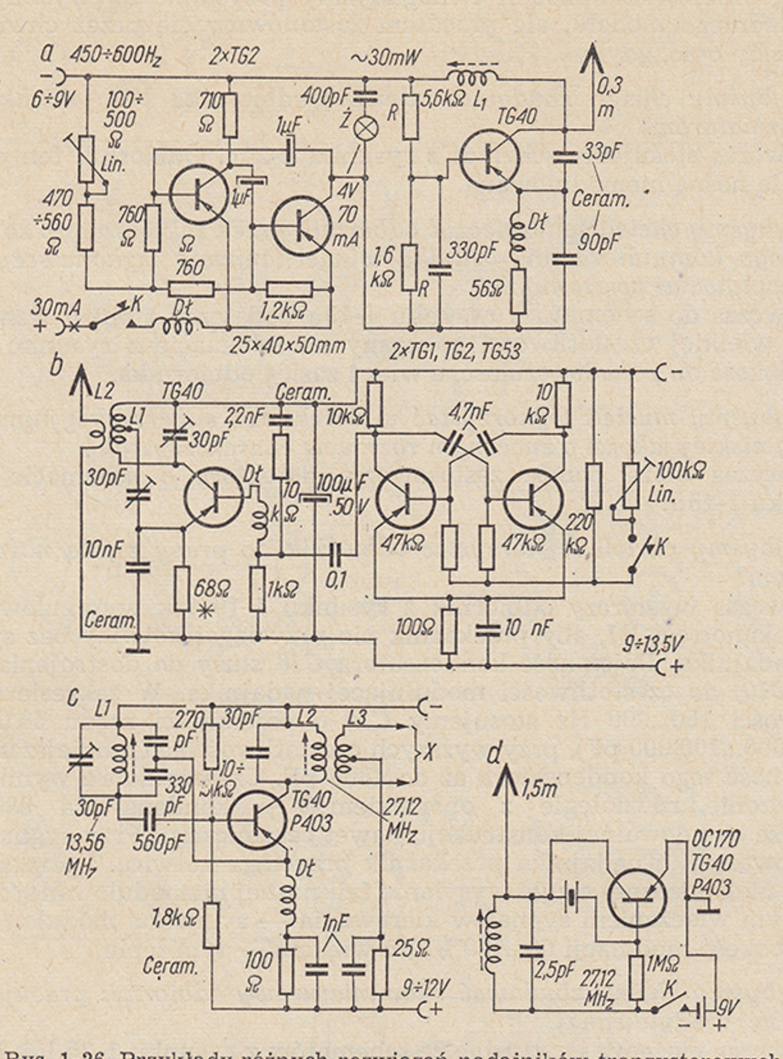
Gdybyśmy musieli wykorzystać w detektorze superreakcyjnym tranzystory niskiej jakości o znacznym rozrzucie charakterystyk?
— Wówczas może pomóc zastosowanie detektora o schemacie z rysunku 1-25*d*.

Gdybyśmy chcieli wykorzystać odbiornik do pracy z falą nośną modulowaną?
— Wówczas wystarczy odbiornik z rysunku 1-19 tak wyregulować potencjometrem *R1*, aby przekaźnik nie przyciągał kotwicy bez sygnału z nadajnika. Pojemność kondensatora *C10* służy do dostrojenia filtru (*T-C10*) do częstotliwości modulującej nadajnika. W zakresie częstotliwości 150...800 Hz stosujemy *C10* o pojemności rzędu 50 000 pF (30 000...100 000 pF), przy wyższych częstotliwościach zmniejszamy pojemność tego kondensatora aż do 4800 pF. Czasem dobre wyniki daje włączenie równolegle z opornikiem *R10* — kondensatora 6800 pF (może być dowolnej konstrukcji, nawet ceramiczny). Przy sygnale modulowanym z nadajnika przekaźnik przyciąga kotwicę. Pożądane jest (ale niekonieczne) ciągłe wysyłanie fali nośnej niemodulowanej z okresowym włączaniem sygnałów kierowania — sygnałów modulowanych. Głębokość modulacji 60...120%. Im większa — tym lepiej.

Gdybyśmy chcieli zbudować subminiaturowy odbiornik pracujący na fali nośnej modulowanej?
— Wówczas możemy skorzystać ze schematów z rysunku 1-25 lub innych opisanych w książkach „Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu, w pracy i w szkole” (1966 r.) oraz „Zdalne kierowanie modeli”. Przy starannym doborze miniaturowych części ciężar odbiornika może wynosić zaledwie 30...40 G (wraz z przekaźnikiem), a wymiary — 25×30×22 mm. Dodajmy, że podobny filtr, jak na rysunku 1-25*e* możemy zastosować w odbiorniku z rysunku 1-19*a* włączając go w punkcie *C9* (+).

Gdybyśmy chcieli przystosować nadajnik RADIOPILOT do pracy z falą nośną modulowaną?
— Wówczas musimy dodać do niego przystawkę-modulator o schemacie rysunku 1-8*a*.

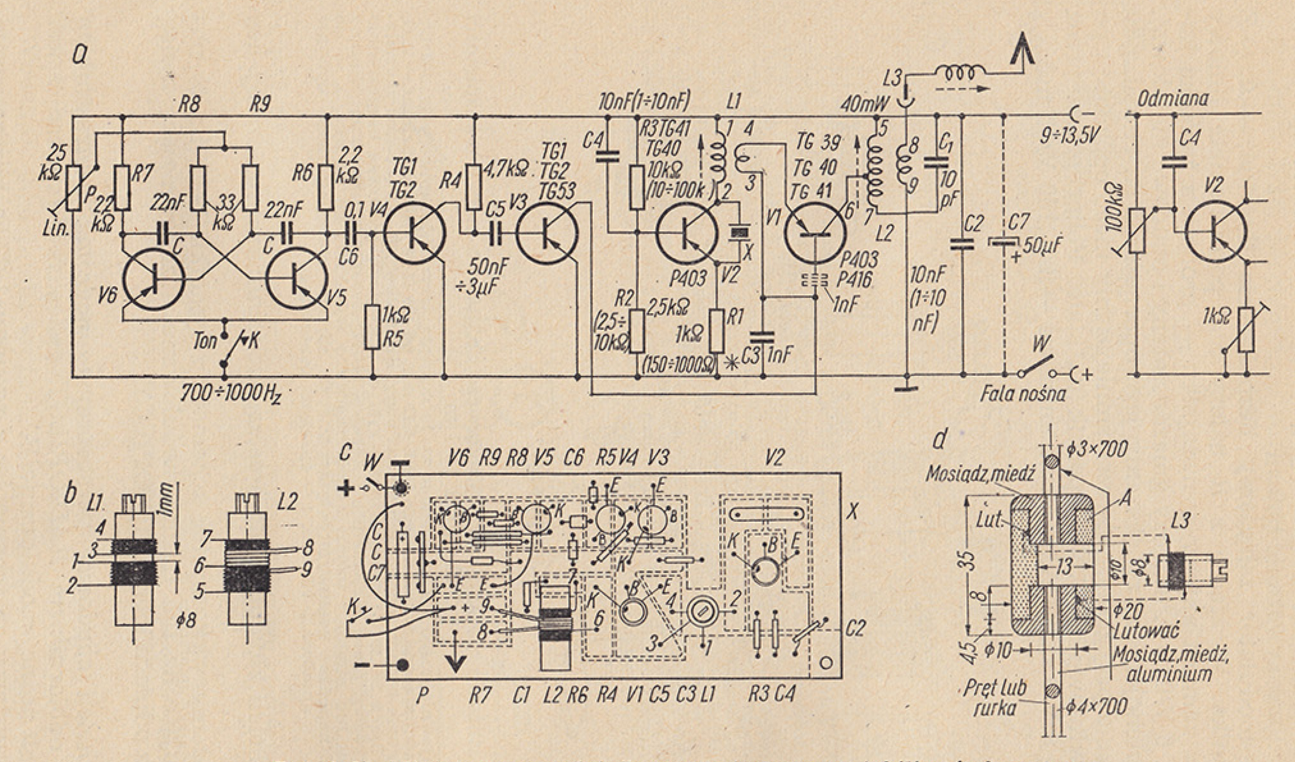
Dodatkowa zaleta, to jednoczesne zasilanie nadajnika napięciem anodowym. Dzięki temu zbędne są baterie anodowe, a cały nadajnik zasilamy z jednej baterii 6 V (1,5+4,5 V).



Rys. 1-26. Przykłady różnych rozwiązań nadajników tranzystorowych

a — bez stabilizacji kwarcowej: *L1* — 8,5 zw. DNE 0,6 nr Ø 10 mm, Ż — wskaźnik działania i stabilizator; zamiast *R* można zastosować potencjometr 10...15 kΩ; zasięg — 50 m; *b* — bez stabilizacji kwarcowej: *L1* — 14 zw. DNE 0,5 na Ø 8 mm, *L2* — 3 zw. Ø 1 (PCW) z prześwitem 1 mm wokół *L1*; *c* — generator sterujący (zastępujący generator kwarcowy w nadajnikach dwustopniowych): *L1* — 17 zw., *L2* — 11 zw., *L3* — 2+2 zw. DNE 0,7 na Ø 10 mm ciasno nawinięte; *X* — do wzmacniacza mocy w.cz., *d* — ze stabilizacją kwarcową pracujący z emisją *A1*

Jako *D* możemy użyć diodę: DOG 50...62, OA5...9, 1...7NN41, 1...6 NN40, GA201...5. *V1*, to dowolny tranzystor *npn:* TG25, P9...11, P101...3, 101...104 NU71, 102NU70, 106NU70, *V2*, to TG60, OC16, OC26, OC27, 2...5 NU72, 2...7 NU73, 2...7 NU74 lub też TG70...72, P4W...D, P201...3, OC30; minimalny współczynnik β = 10. Transformator *T* — np. wzięty gotowy od odbiornika lampowego „Szarotka" lub podobny.



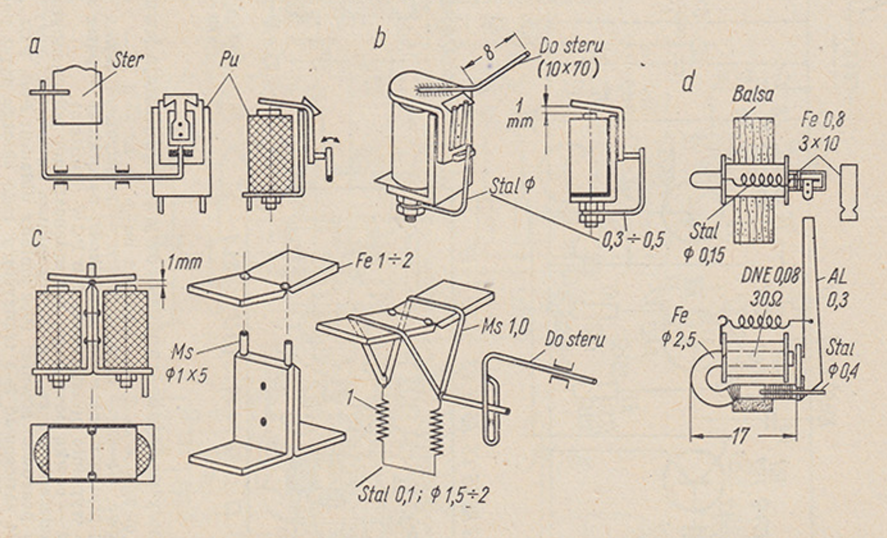
Rys. 1-27. Miniaturowy nadajnik tranzystorowy ze stabilizacją kwarcową

a — schemat ideowy: *L1* — 1...2 — 14 zw. DNE 0,3 na ϕ 8, 3...4 — 3 zw. DNE 0,3 na ϕ 8; *L2* — 5...7 — 2×8 zw. DNE 0,5 (odczep w środku — 6), 8...9 — 3 zw. ϕ 0,5...1 w PCW na ϕ 8; *C* — styrofleksowe, *C1—C4* — ceramiczne, *b* — konstrukcja cewek *L1* i *L2*, *c* — schemat montażowy (linią przerywaną zaznaczono mozaikę połączeń drukowanych; płytka montażowa w wielkości naturalnej — patrz str. 68), *d* — konstrukcja anteny z cewką przedłużającą *L3*: 12 zw. DNE 0,4 (ciasno nawinąć); *A* — wypełnić polistyrenem lub PCW (igelitem).

Jeszcze lepsze wyniki może dać zastąpienie cewki *L2* — cewką powietrzną z kondensatorem półzmiennym 3...30 pF : 9...11 zw. drutu srebrzonego lub cynowego ϕ 1,2, ϕ wewn. — 20 mm × 20...36 mm, odczep na 3 zw. od strony minusa baterii (od „góry"), cewka sprzężenia antenowego 1...3 zw. w PCW między zwojami cewki *L2*. Jako *V1* i *V2* mogą pracować również (bez zmiany układu): P402, P403, AF116, OC169, OC170, OC614, OC615, OC882, OC883; dla zwiększenia mocy wyjściowej można jako *V1* zastosować 2—3 tranzystory tego samego typu połączone równolegle (emiter z emiterem, kolektor z kolektorem, baza z bazą; *X* — kwarc PY — 01—03 (27,12 MHz). Do pierwszych prób uruchomienia stopni w.cz. podłącza się antenę — przewód długości 2,65 m i po regulacji zastępuje się go anteną krótką z rys. *d* (starając się przez regulację rdzenia cewki *L3* otrzymać na mierniku natężenia pola elektromagnetycznego wskazania zbliżone do poprzednich).

Jeśli zastosujemy inny transformator wyjściowy od odbiornika lampowego, o oporności uzwojenia pierwotnego rzędu 5...8 kΩ, należy obniżyć napięcie zasilające do 1,5+2...4 V oraz zmniejszyć wielkość opornika *R*. *Dł* — dławik 0,8...1,2 H, np. 1540 zw. DNE 0,1 mm, na rdzeniu ferrytowym lub innym. *C* — 40...60 nF (częstotliwość modulująca rzędu 700 Hz). *C1* — może być pominięty (poprawia tylko nieco sprawność układu i przedłuża żywotność baterii).

Przetwornicę-modulator załączamy bezpośrednio do +*A*, —*A*, —*Z* i +*Z* nadajnika. W szereg z *R* należy dać potencjometr liniowy 200...500 Ω, a zamiast anteny w nadajniku — próbnik z żarówką karzełkową np. 6 V/0,05 A (między gniazdo anteny i obudowę metalową). Regulując potencjometr, zwiększamy jego oporność aż do chwili, gdy żarówka zacznie przygasać; wówczas zmniejszamy nieco oporność i po zmierzeniu wlutowujemy taki opornik na stałe. Pobór prądu przez przetwornicę 6 V/0,4...0,5 A, napięcie anodowe — 90...130 V/15 mA.



Rys. 1-28. Subminiaturowe mechanizmy wykonawcze do małych modeli o rozpiętości skrzydeł do 1 m

a — z przekaźnika ujawniającego *Pu* (z prądem 20...50 mA siła trzymania kotwicy 50...100 G), *b* — z przekaźnika ujawniającego przewiniętego DNE 0,12 mm na 120 Ω (3 V/25 mA); ciężar — 11 G, c — zdwojony (kierowanie proporcjonalne lub 2-kanałowe); dla 6 V — 100...150 Ω ; czas zadziałania — 0,1 s, siła sterująca 20...50 G; mechanizmy z rys. *a*, *b*, *c* mogą pracować bezpośrednio (układy bezprzekaźnikowe); przed klejeniem się kotwicy zabezpieczamy się warstwą celofanu przylepioną do rdzeni lub nitami z miedzi albo mosiądzu o wysokości do 0,1 mm, *d* — do modeli latających z napędem gumowym; ciężar 2...3 G; zamiast sprężyny może być nić gumowa ∅ 0,8 mm, *1* — sprężyna centrująca

Gdybyśmy chcieli zbudować najprostszy nadajnik tranzystorowy bez użycia kwarców?

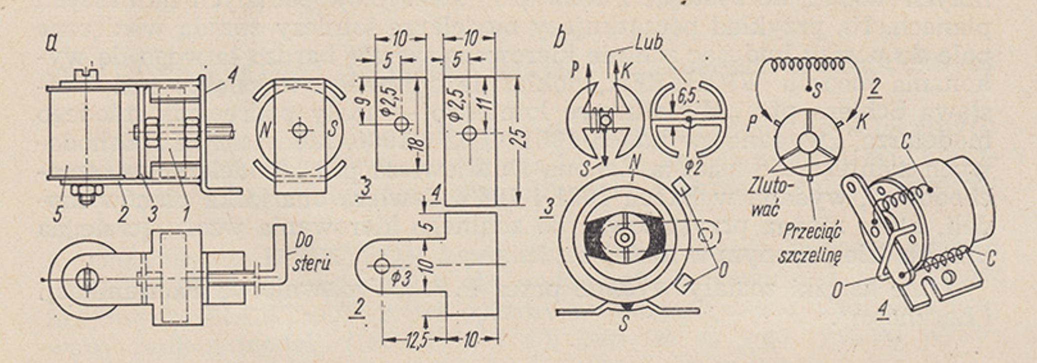
— Wówczas możemy wykorzystać schematy z rysunku 1-26. Są to nadajniki pracujące na fali nośnej modulowanej i zapewniające zasięg rzędu 100 m z odbiornikiem RADIOPILOT.

Gdybyśmy chcieli zbudować pełnosprawny nadajnik tranzystorowy zapewniający z odbiornikiem RADIOPILOT zasięg rzędu ponad 1 km (przy pracy na fali nośnej modulowanej)?

— Wówczas korzystamy ze schematów z rysunku 1-27, a bliższe uwagi na temat strojenia i regulacji nadajników tranzystorowych podajemy

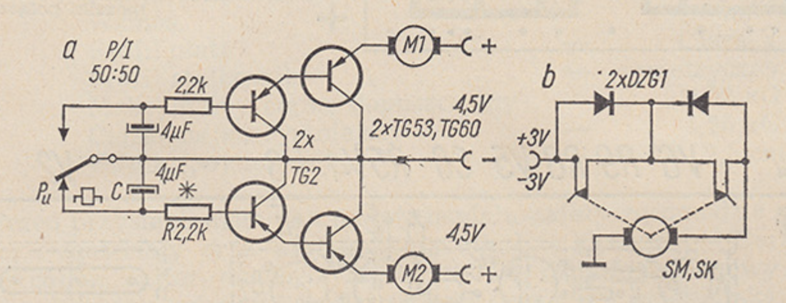
w książce pt. „Zdalne kierowanie modeli”. Nadajnik może pracować też jako wielokanałowy.

Gdybyśmy chcieli zbudować subminiaturowy mechanizm wykonawczy?
— Wówczas sięgamy po przykłady różnych rozwiązań pokazanych na rysunku 1-28. Mechanizmy te nadają się do lekkich modeli latających o rozpiętości skrzydeł 250...750 mm.



Rys. 1-29. Mechanizmy wykonawcze do modeli średniej wielkości

a — magnetoelektryczny do modeli latających z napędem o rozpiętości skrzydeł 1,25 m (*1* — magnes trwały, *2* — stal miękka 1 mm, 2 szt., *3, 4* — mosiądz 0,8...1 mm, *5* — 500...1000 zw. DNE 0,25 mm); 4 V/0,2 A; wychylenia popychacza 2 × 15...22,5°, *b* — magnetoelektryczny przekształcony z dowolnego mikrosilnika elektrycznego z pierścieniowym magnesem trwałym: *1* — dwa sposoby wykonania nowego wirnika (stal miękka), *2* — sposób przeróbki komutatora (z 3-biegunowego na 2-biegunowy), *3, 4* — zestawienie (*O* — ogranicznik obrotu, *C* — sprężyny centrujące, które mogą być pominięte); uzwojenie: 2 × 150 Ω (DNE 0,07 mm) — moment sterujący 12 Gcm przy 6 V; 2 × 60 Ω (DNE 0,11) — moment 20...25 Gcm przy 6 V (dla modeli z napędem do 1 m i szybowców do 2 m); 2 × 200 zw. DNE 0,15...0,2 mm — moment 35...45 Gcm przy 4,5...6 V; wychylenia — 2 × 30°; *P* — początek, *S* — środek, *K* — koniec uzwojenia; przed ułożeniem drutu owinąć rdzeń wirnika przylepcem plastykowym lub bibułką



Rys. 1-30. Proste układy pośredniczące do jednokanałowego kierowania proporcjonalnego, współpracujące z naszym nadajnikiem, manipulatorem multiwibratorowym i odbiornikiem RADIOPILOT

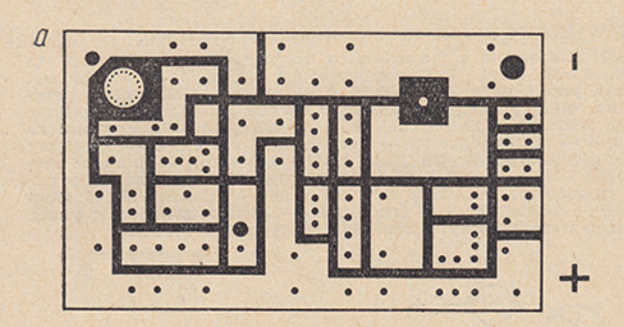
a — M1, M2 — mechanizmy bezwładnościowe lub elektryczne silniki napędowo-sterujące w modelach pływających albo też silniki napędowo-sterujące w modelach gąsienicowych i z bocznymi kołami wodnymi; *R* i *C* należy tak dobrać, aby prąd w układzie wystarczał zaledwie do pracy ciągłej mikrosilników, inaczej neutrum będzie zbyt szerokie, *b* — mechanizm z wyłącznikami skrajnymi

Gdybyśmy chcieli poeksperymentować z różnymi prostymi układami odbiorczymi przy wykorzystaniu nadajnika RADIOPILOT?
— Wówczas, jako punkt wyjścia mogą służyć schematy z rysunku 1-25. Pamiętajmy jednak, że im układ prostszy — tym trudniej go uruchomić i wyregulować. Potrzebne jest doświadczenie praktyczne i sporo wiadomości teoretycznych.

Po tych uwagach nic już nie stoi na przeszkodzie, abyśmy się wzięli do budowy modelu zdalnie kierowanego. Nasza książka zawiera szczegółowe rysunki wykonawcze różnych modeli: samolotu, szybowca, statku i samochodu. Modele te zostały specjalnie opracowane do celów zdalnego kierowania i można z nimi śmiało brać udział nie tylko w zawodach krajowych, ale i międzynarodowych — co zresztą miało już miejsce.

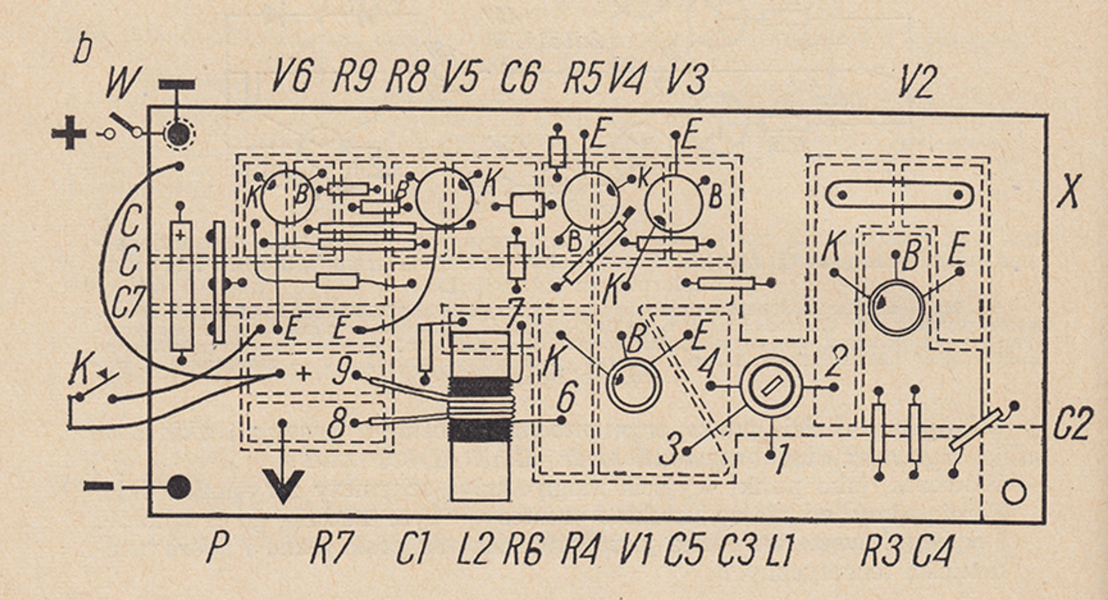
Oczywiście, zbudowane urządzenia kierujące możemy zastosować i do innych modeli, korzystając z rozwiązań szczegółów podanych na naszych planach. Na przykład początkujący modelarze lotniczy znajdą wdzięczne pole do popisu budując zdalnie kierowaną wersję bardzo łatwego do wykonania modelu WICHEREK, dokładnie opisanego w książce inż. Wiesława Schiera pt.: „Miniaturowe lotnictwo — mały podręcznik młodego modelarza", wydanej w latach 1961, 1962 i 1966. Modelarzy samochodowych zainteresuje książka Zenona Dutkiewicza pt.: „Modelarstwo samochodowe", wydana w latach 1961 i 1966. Zawiera ona kilka planów modeli, które można przystosować do zdalnego kierowania wzorując się na przykładzie podanym w niniejszej książce.

Obie książki zostały wydane przez P.P. „Wydawnictwa Komunikacji i Łączności".



Rys. 1-31. Płytki montażowe w wielkości naturalnej

a — do odbiornika RADIO-PILOT z rys. 1—19*b*, *b* — do nadajnika całkowicie tranzystorowego z rys. 1—27*c*; części montażowe umieszcza się na górnej stronie płytki, gdzie nie ma mozaiki połączeń



ROZDZIAŁ 2

BUDUJEMY MODELE ZDALNIE KIEROWANE

2.1. ELEKTRON 3 — model latający z napędem mechanicznym

Model, którego budowę opiszemy, jest przedstawiony na załączonych do książki rysunkach wykonawczych. Jest to model z silnikiem, kierowany tylko sterem kierunku, z możliwością dodania regulacji obrotów silnika.

Dodajmy, że ELEKTRON 3 jest zmniejszoną wersją znanego modelu ELEKTRON 2, przystosowaną do wykonania całkowicie z materiałów krajowych. ELEKTRON 2 był opisany w książce „Jak zbudować kierowany radiem model" (1962 i 1963 r.); tam też są jego rysunki wykonawcze.

Dane techniczne

Rozpiętość skrzydeł	—	1200 mm
Długość całkowita	—	750 mm
Powierzchnia skrzydeł	—	22,0 dm^2
Powierzchnia statecznika poziomego	—	5,6 dm^2
Powierzchnia nośna	—	27,6 dm^2
Wznios	—	5...7°
Profil płata	—	Clark Y
Profil statecznika	—	symetryczny
Maksymalny ciężar dopuszczalny	—	2,07 kG
Ciężar najkorzystniejszy	—	1,25 kG
Silnik (pojemność)	—	0,5...2,5 cm^3

Przed przystąpieniem do budowy modelu należy zgromadzić potrzebne części i materiały oraz klej uniwersalny lub kazeinowy (Certus), nici szare, cellon, lakier, cienką żyłkę nylonową, drut fortepianowy (struna), drobne gwoździe, wkręty i szpilki stalowe oraz gumę modelarską.

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, nożyki do golenia, nożyczki, piłka do metalu, szczypce uniwersalne, młotek, pilnik, wiertarka, śrubokręt, papier ścierny i pędzel; pożądana — lutownica.

Budowa modelu

Budowę modelu rozpoczniemy od wykonania skrzydeł.

Skrzydła. Po wykonaniu wszystkich żeber oraz pozostałych części konstrukcyjnych skrzydeł rozpoczynamy ich montaż na równej desce lub stole.

Na rysunku pokazano dwie wersje skrzydeł: prostokątne i z trapezowymi zakończeniami. To drugie rozwiązanie jest nieco korzystniejsze aerodynamicznie, ale trudniejsze w budowie. Różnice we własnościach lotnych są małe, w estetyce kształtów — duże.

Podwozie. Podwozie główne wykonujemy z drutu stalowego i wyposażamy w koła z oponami z mikrogumy lub pompowanymi. Podwozie jest przymocowane pasmami gumowymi do zaczepów — kołków wklejonych w kadłub. Podwozie odchyla się nieco przy normalnym lądowaniu, przy większym zaś uderzeniu — odpada od konstrukcji chroniąc model.

Podwozie może być dwu- lub trójkołowe. Podwozie dwukołowe jest wygodniejsze przy startach z miękkiego podłoża, trzykołowe zaś z twardego, na przykład z betonowego pasa lotniskowego. Podwozie główne pozostaje w obu przypadkach takie samo.

W podwoziu trójkołowym koło przednie robimy według rysunków wykonawczych. Koło przednie nie powinno być pompowane. Najlepiej, gdy jest to opona z mikrogumy.

Kadłub. Budowę kadłuba rozpoczynamy od przygotowania wręg, ścianek bocznych i łoża silnikowego, które następnie sklejamy. Po wyschnięciu przyklejamy podłużnice dolne wraz z rozpórkami poziomymi oraz podłużnice górne w części tylnej kadłuba. Następnie wklejamy rozpórki pionowe tworzące kratownicę. Przód kadłuba modelu pokrywamy od dołu warstwą sklejki, co nadaje mu niespotykaną wytrzymałość. Wklejamy również klocki do zamocowania podwozia: bardziej w przodzie — dla podwozia dwukołowego lub w tyle — dla trójkołowego.

Musimy również zadecydować, jak ma być rozwiązany dostęp do urządzeń znajdujących się w kadłubie modelu. Na rysunku wykonawczym została pokazana odmiana z dostępem od góry kadłuba po odjęciu skrzydeł. Inna odmiana to kadłub z dostępem przez odchylane na zawiasach płóciennych lub nylonowych osłony boczne. Jeszcze inne rozwiązanie, to wysuwana kaseta-szuflada.

Skrzydła są mocowane do kadłuba za pomocą pierścieni gumowych, przy czym przedni zaczep możemy zrobić różnie.

Usterzenie. Żebra usterzenia wykonujemy z balsy lub sklejki, po wycięciu otworów zmniejszających ciężar żeber. Ster, zrobiony z płytki balsowej lub kratownicy sosnowej pokrytej papierem, o przekroju prostokątnym (nie należy go ścieniać ku końcowi), jest zawieszony na zawiasach z cienkiej żyłki nylonowej, stylonowej itp. Taki kształt steru zapewnia lepszą jego skuteczność. Po wykonaniu zawieszenia steru otwory, przez które przewlekliśmy żyłkę, zalewamy kropelkami kleju kolodionowego. Można też wykonać ster zawieszony na osi z drutu stalowego ⌀ 0,8...1 mm i do tego wyważony względem osi obrotu.

Na rysunku podano dwie wersje usterzenia poziomego: o konstrukcji płaskiej i o konstrukcji żeberkowej. Są one równorzędne. Statecznik o obrysie trapezowym jest tylko ładniejszy.

Zespół śmigło-silnikowy. Silnik jest przytwierdzony bezpośrednio do łoża drewnianego lub do płytki z pertinaksu, tekstolitu lub duralu, a ta z kolei — do łoża silnika. W przypadku silnego uderzenia płytka odkształca się lub pęka, chroniąc jednocześnie silnik i model przed poważniejszymi uszkodzeniami. Poza tym ten sposób mocowania zabezpiecza w dużym

stopniu łoże silnika przed szkodliwym wpływem ze strony resztek paliwa znajdujących się w spalinach silnika.

Oś silnika może mieć skłon w prawo — 0...2,5°. Skłon osi w dół — od 0° do 1,5° (im słabszy silnik — tym większy skłon).

Do lotów kierowanych za pomocą urządzenia RADIOPILOT najlepiej jest zastosować silnik samozapłonowy lub z zapłonem żarowym o pojemności skokowej cylindra 1,5 cm^3. Silnik 0,5...1 cm^3 jest nieco za słaby, a silnik 2,5 cm^3 — nieco za mocny (model jest „nerwowy" przy kierowaniu).

Do pierwszych lotów sprawdzających pożądane jest zastosowanie elastycznego śmigła plastykowego.

Pokrycie. Model pokrywamy cienkim szyfonem lub mocnym papierem i całość cellonujemy 3...6 razy. Ze względów estetycznych model możemy polakierować. Kadłub i wnętrze przegrody silnikowej dobrze jest powlec warstwą „Chemolaku" odpornego na działanie paliw.

Skrzydła, statecznik poziomy oraz podwozie główne mocujemy do kadłuba pętlami z gumy modelarskiej 1×5 mm, zwracając uwagę na ich dostateczną wytrzymałość. Stosujemy kilka oddzielnych pętli. Jeśli zerwie się jedna z nich — trzymają pozostałe. Dobre wyniki daje też pojedyncza, szeroka taśma złożona z wielu nici gumowych obszytych tkaniną.

Zabudowa wyposażenia kierującego

Przed pokryciem kadłuba modelu należy umieścić w nim wyposażenie stałe oraz przystosować go do zabudowy wyposażenia wymiennego. Zaczniemy od wymiennych baterii. Ich miejsce w kadłubie zaznaczono na rysunku wykonawczym. Najlepiej jest wykonać zasobniki umożliwiające łatwą wymianę ogniw i baterii bez potrzeby ich lutowania.

Do wyposażenia stałego należy: mechanizm wykonawczy, system napędu steru oraz ewentualnie wyłącznik elektryczny. Szczegóły rozwiązań konstrukcyjnych napędu steru podajemy na rysunku 1-23*d*. Wyłącznik umieszczamy z lewej strony kadłuba (patrząc od tyłu w kierunku lotu).

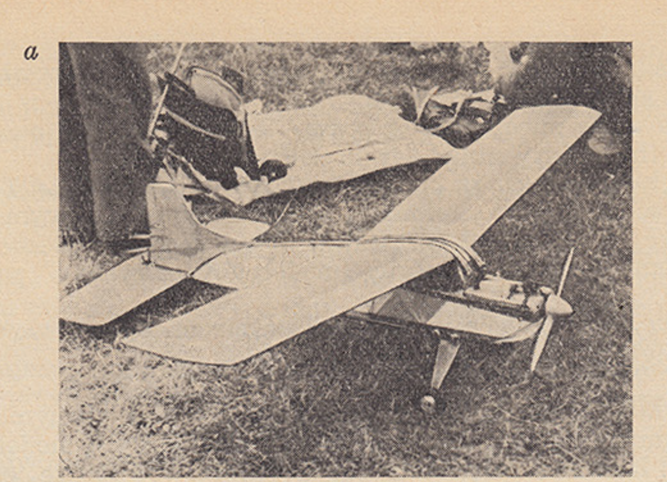
Wszystkie połączenia w kadłubie należy wykonać przewodem miękkim w izolacji z masy plastycznej PCW, przywiązując je nicią do części konstrukcyjnych kadłuba. Antenę połączoną na stałe z odbiornikiem i zrobioną z miękkiego przewodu w izolacji z masy plastycznej wyprowadzamy na zewnątrz kadłuba i łączymy kawałkiem nici gumowej z wierzchołkiem statecznika pionowego.

Umieszczenie odbiornika w wyciętej gąbce gumowej stanowi dostateczne zabezpieczenie urządzenia i jest dziś powszechnie spotykane. Trzeba jednak dodać, że do tego celu mniej nadają się gąbki z mas plastycznych i należy je stosować tylko wtedy, jeśli nie mamy możliwości zdobycia mikrogumy.

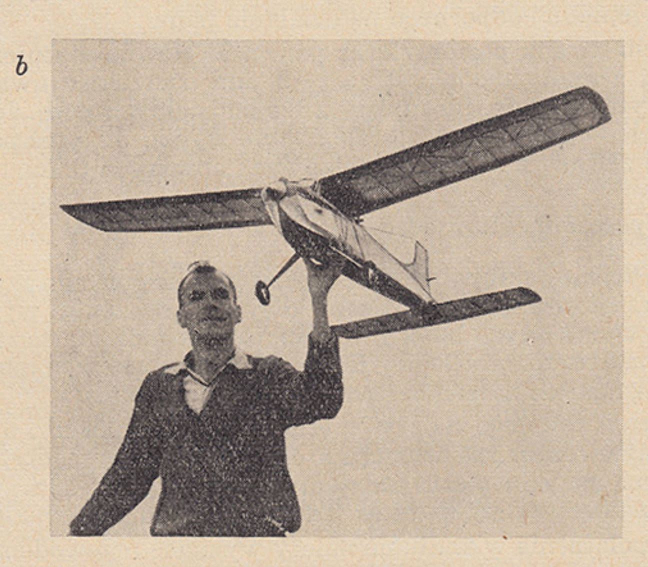
Próby w locie

Po wyważeniu kompletnego modelu wraz z wyposażeniem (środek ciężkości zaznaczony na rysunku wykonawczym) oraz sprawdzeniu kątów nastawienia płata i statecznika wypuszczamy model z ręki, z rozbiegu, pod wiatr. Aparatura powinna być przy tym wyłączona, a ster zablokowany np. szpilką w położeniu neutrum. Po uzyskaniu zadowalającego lotu

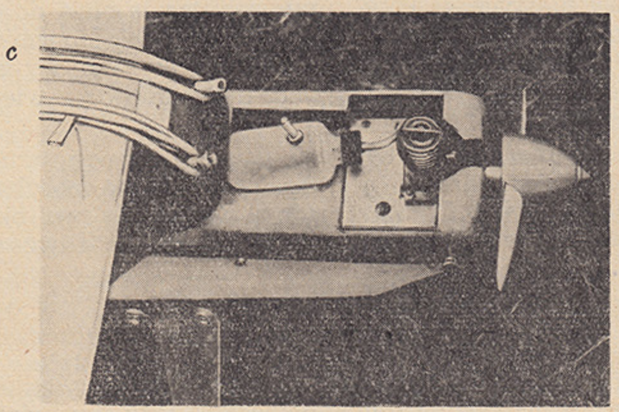
a



b



c



Rys. 2-1. ELEKTRON 2 o rozpiętości skrzydeł 1,56 m, którego zmniejszoną odmianą jest właśnie ELEKTRON 3

a — widok ogólny, *b* — moment startu, *c* — instalacja paliwowa

ślizgowego sprawdzamy działanie urządzeń kierujących dokonując przy tym przeglądu połączeń lutowanych, które mogły ulec uszkodzeniu w czasie lądowań modelu.

Jeśli próba uruchomienia wypadła pomyślnie, sprawdzamy to samo przy pracującym silniku, ustawiając kadłub modelu w różnych położeniach. Następnie po wyłączeniu silnika oddalamy się z modelem w pole. Nadajnik, obsługiwany przez pomocnika, powinien pozostać mniej więcej w $^1/_3$ długości pola startowego o wymiarach co najmniej 50×150 m (może to być na przykład boisko sportowe). Jeżeli urządzenie działa bez zarzutu na odległość 100...150 m, powracamy w pobliże nadajnika i przygotowujemy model do startu. Pogoda powinna być beztermiczna, z umiarkowanym wiatrem.

Startujemy pod wiatr ($^2/_3$ pola startowego przed nami), najlepiej z ziemi (silnik 1,5...2,5 cm³), a przy pewnej wprawie — dopuszczalny jest również start z ręki, z rozbiegu. Model może być kierowany od pierwszej chwili, a więc poprawiany już przy starcie.

Sterując, znajdujemy się z tyłu modelu, co ułatwia orientację kierunku. Gdy model się wzniesie na wysokość 30...50 m, ustawiamy go pod wiatr, po czym nadajemy sygnał — ZAKRĘT W LEWO (jeśli śmigło obraca się w prawo), a następnie ZAKRĘT W PRAWO, obserwując uważnie, czy ich promienie są mniej więcej równe i jak model reaguje na wychylenia steru. Wznoszenie się modelu z chwilą wychylenia steru przeciwnie do kierunku obrotów śmigła, a opadanie — gdy ster wychylimy w drugą stronę, jest rzeczą normalną. Należy dodać, że nie należy trzymać steru wychylonego zgodnie z obrotami śmigła dłużej niż $^1/_4$ zakrętu, chyba że chcemy wykonać ciasną spiralę.

Gdyby z jakichkolwiek powodów model okazał się przeciągnięty („pompa"), należy natychmiast skierować go z wiatrem, a szybko się uspokoi. Lądowanie musi nastąpić pod wiatr.

Podczas lotów należy pamiętać o częstym sprawdzaniu napięć zasilających, zwłaszcza dla mechanizmu wykonawczego. Czas pracy silnika napędowego ograniczamy w pierwszych lotach do 30...45 sekund, aby następnie dojść do lotów rzędu 5...10 minut.

Jeśli silnik jest za słaby do startu z ziemi, może pomóc jego ustawienie ze skłonem osi 3...7...10° w górę.

2.2. STERUS 5 — **latający model szybowca**

Model STERUS 5, którego rysunki wykonawcze są dołączone do tej książki, jest szybowcem przystosowanym do lotów termicznych lub zboczowych przy użyciu aparatury kierującej RADIOPILOT. Po uzupełnieniu klapami, lotkami i sterem wysokości STERUS 5 może służyć jako szybowiec akrobacyjny. STERUS 5 jest wykonany całkowicie z materiałów krajowych. Jego wymiary wynikają z przekonania autora, że dobry model szybowca, to duży model. Tylko taki model zapewnia wykorzystanie pełnej długości holu (300 m) i czas lotu wystarczający do wykonania wymaganej wiązanki figur akrobacyjnych. Poza tym duży model lepiej lata, nawet przy mniej dokładnym wykonaniu. Wymienione zalety zostały sprawdzone na trzech radiomodelach tego typu.

STERUS 5 jest modelem klasycznym pod względem układu aerodynamicznego i rozwiązań konstrukcyjnych. Chodziło nam bowiem tylko o trwały i dobrze latający model, a nie o eksperymenty. Dodajmy jeszcze,

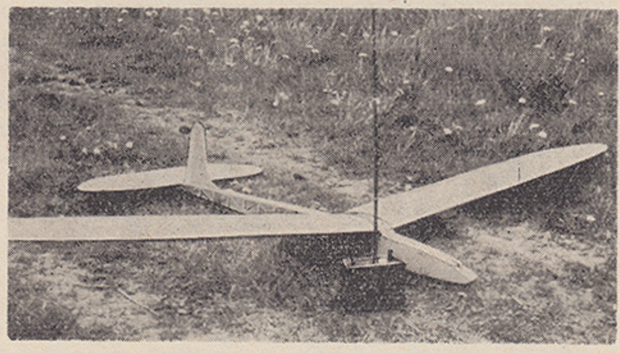
że STERUS 5 lata świetnie również jako motoszybowiec z silnikiem 1...2,5 cm³ umieszczonym na wieżyczce. Także tę wersję podajemy na rysunkach wykonawczych.

Dane techniczne

Rozpiętość skrzydeł	—	3000 mm
Długość całkowita	—	1525 mm
Powierzchnia skrzydeł	—	71 dm²
Powierzchnia statecznika poziomego	—	15 dm²
Powierzchnia nośna	—	86 dm²
Wznios	—	8°
Wydłużenie	—	12
Profil płata	—	NACA 6412
Profil statecznika	—	NACA 009
Maksymalny ciężar dopuszczalny	—	6,45 kG
Ciężar najkorzystniejszy	—	1,25 do 2,5 kG

Przed przystąpieniem do budowy modelu należy zgromadzić potrzebne części i materiały oraz klej uniwersalny lub kazeinowy (Certus), nici szare, cellon, lakier, cienką żyłkę nylonową, strunę stalową, drobne gwoździe, wkręty i szpilki stalowe oraz gumę modelarską.

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, nożyki do golenia, piłka włośnica, szczypce uniwersalne, młotek, pilnik, wiertarka, śrubokręt, papier ścierny i pędzel; pożądana lutownica.



Rys. 2-2. STERUS 5. Na pierwszym planie ośmiokanałowy nadajnik całkowicie tranzystorowy

Budowa modelu

Skrzydła. Prace rozpoczniemy od wykonania skrzydeł. Korzystamy przy tym z uwag podanych przy opisie budowy modelu ELEKTRON 3. Łączniki robimy z duralu: 3×8 mm (przedni) i 3×5 mm (tylny) lub ze sklejki, jeśli nie przewidujemy lotów akrobacyjnych.

Kadłub. Budowę kadłuba rozpoczniemy od wykonania skrzynki ze sklejki, do której dodamy następnie kratownicę tylną. Skrzynkę łączymy z klockiem przednim i wręgami na klej i wkręty lub gwoździe (gorszy sposób; gwoździe należy wbijać pod różnymi kątami, nie prostopadle). Pod środkiem ciężkości modelu (leżącym w 28...30% głębokości skrzydła

licząc od krawędzi natarcia) umieszczamy komorę balastową dla 500...1000-gramowej płytki z ołowiu. Dzięki niej będziemy mogli latać na zboczu lub przy silnym wietrze.

Usterzenie. Wykonujemy je podobnie jak skrzydła. Pożądane jest zrobienie automatu przymusowego lądowania przez wychylenie w górę (45°) statecznika poziomego, wyzwalane lontem bawełnianym (np. sznurowadłem) nasyconym roztworem nadmanganianu potasu (5...6 G na szklankę wody). Taki lont po wysuszeniu tli się z prędkością około 20 mm na minutę. Automat jest niezbędny podczas lotów termicznych, zwłaszcza przy silnych wiatrach na dużej wysokości, ponieważ nawet ciasne spirale nie zapewniają wyrwania się z obszaru wznoszeń, zaś wiatr szybko znosi model poza lotnisko, a nieraz i poza zasięg działania aparatury.

Ster kierunku jest pochylony do przodu o kąt 8...10°, w celu zapobiegania zjawisku zadzierania nosa modelu podczas zakrętów.

Pokrycie. Model pokrywamy cienkim jedwabiem (szyfonem), nylonem lub mocnym papierem i cellonujemy 3...6 razy. Bardzo efektownie wygląda model ze skrzydłami i statecznikiem poziomym pokrytym żółtym szyfonem, z czerwonym kadłubem oraz statecznikiem pionowym.

Skrzydła i statecznik poziomy mocujemy pierścieniami z gumy modelarskiej 1×5 mm.

Zabudowa wyposażenia kierującego

Czynność tę możemy wykonać nawet po pokryciu modelu. Korzystamy tutaj z uwag podanych przy opisie modelu ELEKTRON 3. Warto dodać, że baterie powinny się znajdować przed odbiornikiem, zaś amortyzacja pomiędzy nim a ściankami kadłuba (jeśli wchodzi na wcisk) nie jest koniecznie potrzebna. Antenę łączymy poprzez amortyzator gumowy z wierzchołkiem statecznika pionowego. Wychylenia steru — 10...15° w każdą stronę.

Próby w locie

Po oblataniu modelu z ręki i sprawdzeniu zasięgu działania aparatury przystępujemy do lotu z holu, najpierw długości 25 m, potem — 100 m. Model sterujemy od pierwszej chwili, poprawiając lot na holu. Startujemy i lądujemy zawsze pod wiatr.

Dodanie wieżyczki z silnikiem uniezależnia nas od kłopotów z holem i od pomocników.

Więcej wiadomości na temat lotów szybowcowych w różnych warunkach podajemy w rozdziale 3.3.5.

2.3. BAŁTYK — model pływający z napędem elektrycznym

Rysunki wykonawcze modelu morskiego jachtu motorowego BAŁTYK, który opisujemy, są dołączone do książki. Model jest kierowany tylko sterem kierunku, ale może być również wykorzystany do umieszczenia w nim urządzeń 2...8-kanałowych, zapewniających pełny program kierowania. BAŁTYK nadaje się także do napędu za pomocą silnika spalinowego o pojemności skokowej cylindra 1 do 10 cm^3. Poza tym do tego

samego kadłuba można przygotować cały szereg wymiennych nadbudówek.

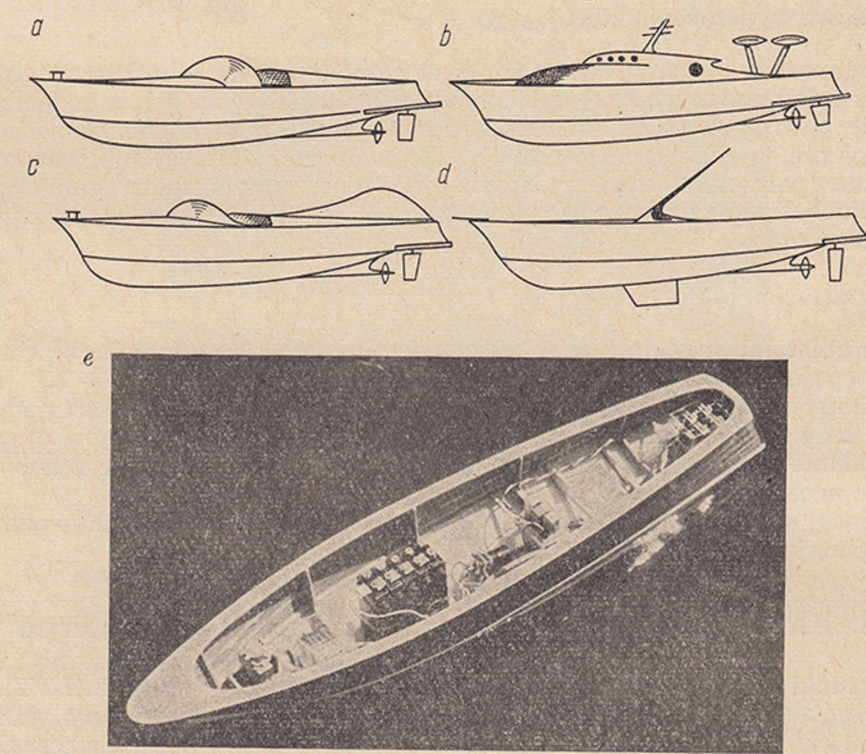
BAŁTYK jest bardzo popularnym radiomodelem w naszym kraju. Szczególnie nadaje się on do biegów manewrowych (F3) i polowania na baloniki (F4), ale uzyskuje również sukcesy w klasie radiomodeli szybkich (F1).

Do 1968 roku radiomodele BAŁTYK zdobyły: 9 drugich i 9 pierwszych miejsc na mistrzostwach Polski, 3 drugie miejsca na zawodach międzynarodowych, 1 trzecie miejsce — na mistrzostwach Europy oraz 3 rekordy krajowe. Oczywiście nie licząc czołowych miejsc zdobytych na eliminacjach krajowych i niezłych miejsc (5...10) na zawodach międzynarodowych.

Dane techniczne

Długość całkowita	—	1045 mm
Ciężar własny	—	1,25 kG
Ciężar maksymalny	—	6 kG
Silnik elektryczny	—	4,5 do 140 W
Silnik spalinowy	—	1...2,5...10 cm^3

Przed przystąpieniem do budowy modelu należy zgromadzić potrzebne części i materiały. Poza tym potrzebne są: klej uniwersalny lub kazeinowy (Certus), nici szare, lakier, drobne gwoździe i szpilki stalowe.



Rys. 2-3. Przykłady różnych rozwiązań nadbudówek do kadłuba modelu BAŁTYK
a — turystyczna łódź motorowa, *b* — jacht motorowy lub statek przyszłości, *c* — wyścigowa łódź motorowa, *d* — model uproszczony do wyczynowych celów zawodniczych, *e* — kadłub modelu BAŁTYK z pełnym wyposażeniem, lecz bez nadbudówek

Tablica 2-1

Wykaz materiałów i części potrzebnych do budowy modelu pływającego
BAŁTYK

Część	Nazwa części	Sztuk	Materiał	Wymiar	Uwagi
1—5	Wręga główna	5	sklejka, drewno	grub. 8÷10 mm	
6	Wręga przednia	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
7	Wspornik	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
8	Wypełnienie	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
9	Kil	2	sosna	5×20×1000 mm	sklejone
10	Podłużnica boczna	2	sosna	10×10×1000 mm	
11	Podłużnica górna	2	sosna	10×10×1000 mm	
12	Wypełnienie	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
13	Wypełnienie	2	drewno miękkie	grub. 10 mm	
14	Ścianka	2	drewno miękkie	grub. 10 mm	
15	Dziób	1	drewno miękkie	80×100×130 mm	
16	Listwa pokładowa	2	sosna	3×5×740 mm	najlepiej
17	Wspornik przedni	1	sosna	3×10×160 mm	mahoń
18	Pokrycie dna	2	sklejka	grub. 1,5 mm	
19	Pokrycie rufy	1	sklejka	grub. 1,5 mm	lub listewki
20	Pokrycie burty	2	sosna, mahoń	3×15×980 mm	albo sklejka
21	Pokład dolny	1	sklejka	grub. 1,5 mm	
22	Burtnica	2	sosna	2×10×740 mm	
23	Łożysko wału	1	mosiądz, miedź	⌀ 8÷10×310 mm	może być
24	Śruba	1	mosiądz, stal	grub. 1,5÷2 mm	plastyk
25	Łożysko steru	1	mosiądz, miedź	⌀ 5÷8×50 mm	może być
26	Oś steru	1	mosiądz, stal	⌀ 4×100 mm	plastyk
27	Ster	1	drewno miękkie	grub. 8 mm	
28	Wypełnienie	1	drewno miękkie	grub. 8 mm	
29	Wypełnienie	1	drewno twarde	grub. 6 mm	
30	Płetwa boczna	2	drewno miękkie	grub. 10 mm	
31	Ścianka tylna kabiny	1	drewno miękkie	grub. 20 mm	
32—34	Wręga kabiny	3	sklejka	grub. 5 mm	
35	Ścianka przednia kabiny	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
36	Ściany boczne kabiny	2	sklejka	grub. 2,5 mm	
37	Wzmocnienie	2 (×2)	sosna	3×5×700 mm	
38	Dach kabiny tylnej	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
39	Pokład górny	1	sklejka	grub. 1,5 mm	
40	Dach kabiny środkowej	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
41	Dach kabiny przedniej	1	drewno miękkie	grub. 10 mm	
42	Ścianka sterowni	2	sklejka	grub. 1,5 mm	
43	Okładzina	2	sklejka	grub. 1 mm	
44	Okna kabin	9	celuloid, pleksiglas	grub. 1÷2 mm	
45	Szyba przednia	1	celuloid, pleksiglas	grub. 1÷2 mm	
46	Owiewka sterowni	1	celuloid, pleksiglas	grub. 1÷2 mm	

Część	Nazwa części	Sztuk	Materiał	Wymiar	Uwagi
47	Drzwi	2	sklejka	grub. 1,5 mm	makieta
48	Listwy pokładowe	2	sosna	3×3×1000 mm	
49	Wspornik tylny	1	sosna	3×10×135 mm	
50	Łódź ratunkowa	1	drewno miękkie	40×80×160 mm	najlepiej
51	Obsada masztu	1	buczyna	grub. 10 mm	balsa
52	Maszt	1	buczyna	8×10×165 mm	
53	Poprzeczka	1	sklejka	grub. 1,5 mm	
54	Dźwig	1	buczyna	⌀ 8×150 mm	
55	Uchwyt	2	buczyna	3×12×120 mm	
56	Koło ratunkowe	2	buczyna		
57	Poręcz	1	mosiądz, miedź	⌀ 2 mm	
58	Drabinka	2	sklejka	grub. 1,5 mm	
59	Wał śruby	1	stal, mosiądz	⌀ 2,5÷3×330 mm	
60	Winda kotwiczna	1	drewno miękkie	25×30×40 mm	
61	Kanał kotwicy	1	mosiądz, miedź	⌀ 8÷10 mm	rurka
62	Poręcz przednia	1	mosiądz, miedź	⌀ 2 mm	
63	Poręcz tylna	1	mosiądz, miedź	⌀ 2 mm	
64	Osłona śruby	1	mosiądz	⌀ 2,5÷3 mm	niekonieczna
65	Olinowanie	1	plastyk, sznur	2,5 mm	drut
66	Tylna podstawka łodzi	1	drewno miękkie		miedziany
67	Przednia podstawka łodzi	1	drewno miękkie		
68	Światło pozycyjne	2	sklejka	grub. 1,5 mm	lewe
69	Reflektor	1	metal, drewno		i prawe
70	Bandera	1	tkanina, plastyk		

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, piłka do drewna, piłka włośnica, strug, dłuto, piłka do metalu, szczypce uniwersalne, młotek, pilnik, wiertarka, śrubokręt, papier ścierny, pędzel, lutownica, igła i szydło; pożądany, ale niekonieczny, jest również dostęp do małej tokarni.

Budowa modelu

Kadłub. Po przygotowaniu kompletu wręg i podłużnic przystępujemy do montażu kadłuba na gładkiej, równej desce o wymiarach co najmniej 25×200×1300 mm lub na stole. Posługujemy się przy tym rysunkami perspektywicznymi, pokazującymi kolejne fazy montażu, zamieszczonymi obok rysunków wykonawczych modelu.

Przedtem jednak części *9, 10* i *11* moczymy i wyginamy na wzorcu utworzonym z klocków drewnianych lub gwoździ i tak pozostawiamy aż do wyschnięcia.

Sklejony szkielet kadłuba z wręgami pokrywamy od strony dna dwoma arkuszami sklejki o grubości 1...1,5 mm, starannie klejąc wszelkie połączenia. Dopiero po wyschnięciu pokrycia dna łodzi możemy zdjąć konstrukcję z deski montażowej.

Następnie pokrywamy rufę (*19*) i przygotowujemy do wklejenia klocek

dziobowy (*15*), który może być wykonany z jednego kawałka lub sklejony z kilku warstw.

Pokrycie burt (20) robimy ze sklejonych listew sosnowych lub mahoniowych. Komu jednak nie zależy na trwałości modelu, może wybrać sposób łatwiejszy i pokryć burty sklejką o grubości 1...1,5 mm. Po wstępnym oczyszczeniu kadłuba obrysowujemy kształt jego pokładu (*21*) na sklejce i wycinamy.

Przed naklejeniem pokładu należy kilkakrotnie pokryć wnętrze kadłuba lakierem nitro lub cellonem, ze szczególnym uwzględnieniem miejsc łączeń. Podstawowe prace przy budowie kadłuba kończy wklejenie burtnic i pozostałych drobnych części.

Zespół sterowo-napędowy. Łożysko wału (*23*) wklejamy do kadłuba i starannie uszczelniamy połączenia. Łopatki śruby (*24*) wycinamy z blachy mosiężnej lub stalowej, wyginamy i przylutowujemy do piasty. Ster i śruba mogą być zabezpieczone przed wodorostami i uderzeniami o płytkie dno za pomocą osłony z drutu (*64*), ale nie jest to konieczne.

Elektryczny silnik napędowy przymocowujemy za pomocą obejmy metalowej do podstawy drewnianej, wklejonej następnie do kadłuba. Wał silnika łączymy z wałem śruby za pomocą sprzęgła w postaci widełek. Szczegóły tych rozwiązań pokazuje rysunek wykonawczy. W opisywanym modelu były stosowane różne silniki, często o zaskakująco małej mocy, a mimo to zapewniające dobre własności użytkowe modelu.

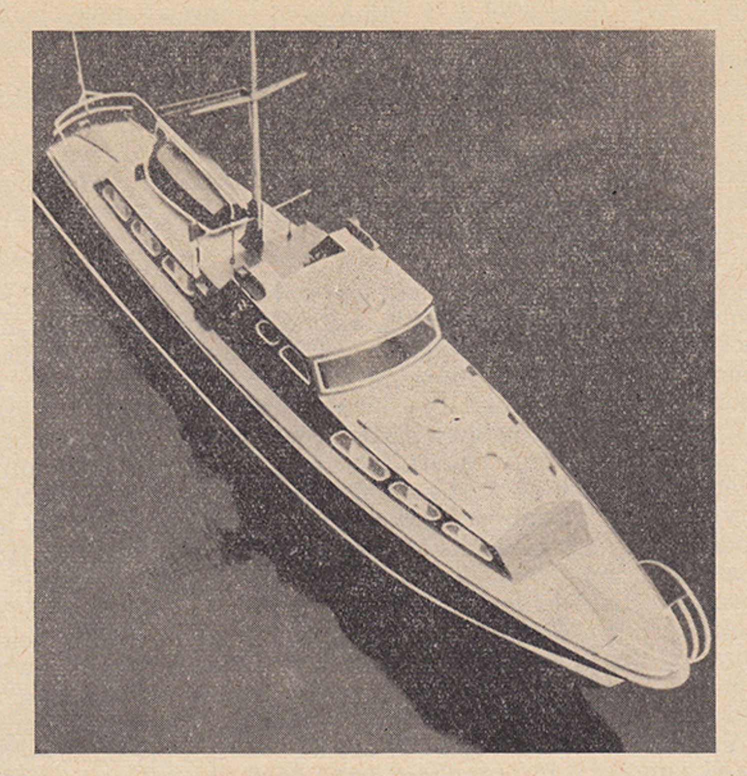
Na przykład model napędzany miniaturowym silnikiem 4,5 V od kolejek elektrycznych PICO, z przekładnią 1:4, zasilany napięciem 7,2 V (9 W), rozwijał prędkość 2,8 km/h. Silnik o napięciu znamionowym 26 V, mocy 4,5 W i 12 000 obr/min, napędzający bezpośrednio śrubę, nadawał modelowi BAŁTYK prędkość rzędu 1,8 km/h, gdy był zasilany napięciem 24 V. Z silnikiem o mocy 27 W model rozwijał prędkość — 6,5 km/h, silnik 65 W zapewniał mu prędkość — 10 km/h, a silnik o mocy 140 W — nawet do 14 km/h.

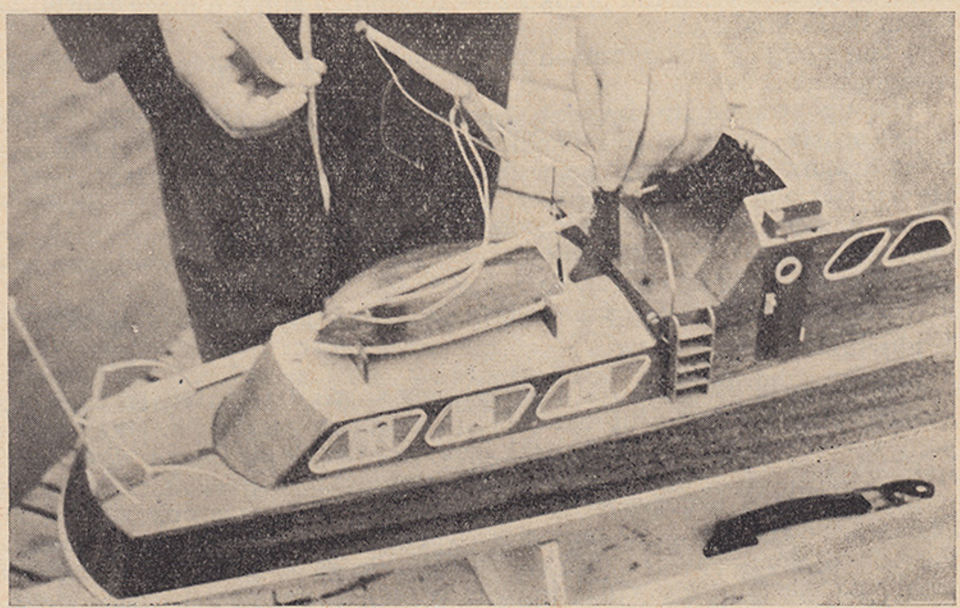
Dane silników elektrycznych produkowanych lub dostępnych w kraju zawiera tablica 3-7.

Najodpowiedniejsze wygięcie łopatek śruby ustalamy doświadczalnie w ten sposób, że do rufy modelu przywiązujemy pasmo gumy zamocowane drugim końcem na brzegu zbiornika wodnego, na przykład wanny. Teraz uruchamiamy silnik i obserwujemy, jak daleko rozciągnie płynący model gumę-więź. Podginając z kolei stopniowo łopatki śruby uzyskujemy wreszcie największe wydłużenie pasma gumy — wtedy właśnie zespół napędowy rozwija najwyższy ciąg.

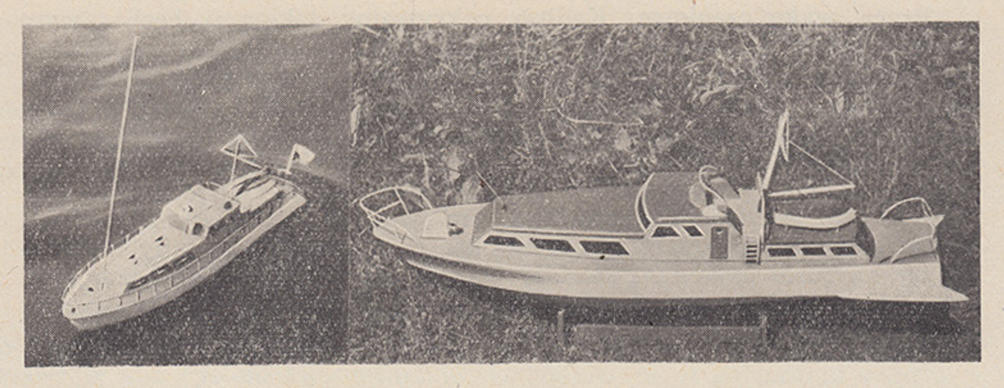
Na rysunku wykonawczym podajemy też sposoby zabudowania silnika spalinowego.

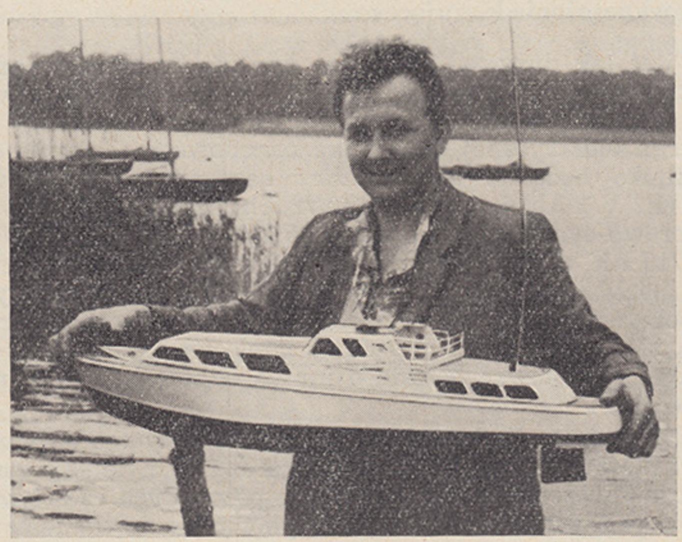
Nadbudówki. Nadbudówki wykonujemy ze sklejki i listew sosnowych, lakierując je następnie lub oklejając fornirem mahoniowym. Okna oklejamy wokół cienką linką lub rurką igelitową w kolorze białym. Owiewkę sterowni zrobimy z celuloidu lub szkła organicznego (pleksiglasu). Maszt jest składany do transportu. Łódź ratunkową możemy zrobić z jednego kawałka drewna lipowego (najlepiej wydrążonego dla lekkości) lub balsy. Poręcze wykonujemy z drutu mosiężnego drogą lutowania. Na dziobie jachtu można umieścić windę kotwiczną (*60*), najlepiej napędzaną przez mały silnik elektryczny, i oczywiście dorobić opuszczaną kotwicę (tylko z prawej strony dziobu).

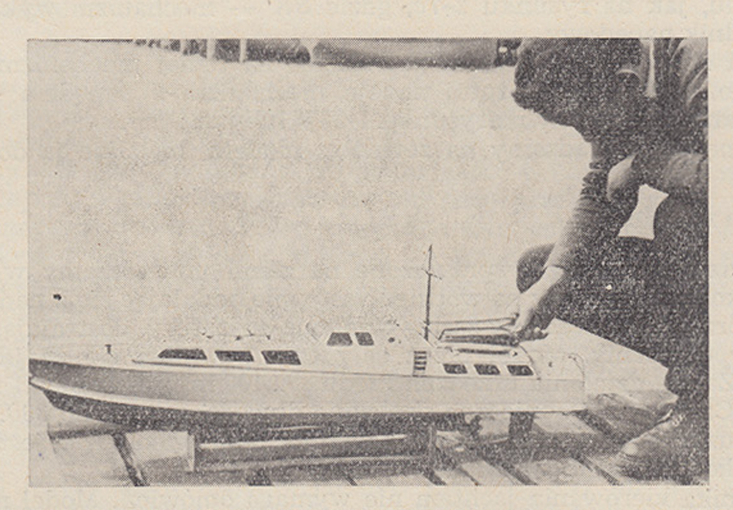




Rys. 2-4. BAŁTYK — widok ogólny modelu, który zbudujemy oraz sposób składania masztu







Rys. 2-5. Rodzina BAŁTYKÓW. Każdy model został wykonany przez innego radiomodelarza. Można zauważyć drobne różnice w konstrukcji i wykończeniu poszczególnych modeli

Prace wykończeniowe. Kadłub pokrywamy lakierem bezbarwnym (w przypadku listew mahoniowych) lub białym i ewentualnie „Chemolakiem". Część podwodną malujemy na czerwono, pokład na kolor ciemnoseledynowy, a dachy nadbudówek na jasnoseledynowy. Ściany boczne nadbudówek, sterownię i maszt pozostawiamy w kolorze naturalnym drewna lub lakierujemy na biało. Koła ratunkowe biało-czerwone. Oczywiście, dobór kolorów może być dowolny. Najefektowniej jednak wyglądają na wodzie modele z przewagą barw jasnych, a więc białej i żółtej. Banderę biało-czerwoną szyjemy ze skrawków cienkiej tkaniny i zawieszamy na rufie modelu. Pozostało jeszcze przyklejenie płetw bocznych oraz wypisanie nazwy jednostki... i nasz jacht motorowy będzie gotowy do wodowania.

Zabudowa wyposażenia kierującego

Model jest tak duży, a dostęp do wnętrza kadłuba po odjęciu nadbudówek tak wygodny, że zabudowa wyposażenia nie przedstawia żadnych trudności. Zaczynamy od umieszczenia głównego obciążenia modelu — źródła energii elektrycznej dla silnika napędowego. Zależnie od zastosowanego silnika będą to akumulatory gazoszczelne kadmowo-niklowe typu *KN2* (1,2 V/1 Ah) lub *KN3* (1,2 V/2 Ah) produkcji krajowej, akumulatory srebrowo-cynkowe typu *C1,5* (1,5 V/1,5 Ah), *C5* (1,5 V/5 Ah) lub *C10* (1,5 V/10 Ah) również produkcji krajowej albo też baterie złożone ze zwykłych ogniw czy baterii suchych. Rysunek wykonawczy pokazuje schemat połączeń szeregowo-równoległych dla typowej baterii o ciężarze 1,2 kG, zasilającej silnik napędowy napięciem 12 V. W podobny sposób możemy przygotować baterię o innym napięciu lub pojemności, zależnie od potrzeb.

Baterię zasilającą silnik napędowy umieszczamy w miejscu, gdzie kadłub modelu jest najszerszy i najwyższy oraz możliwie — najniżej. Przykładowe rozmieszczenie źródeł zasilania i pozostałych części wyposażenia kierującego podajemy na rysunku wykonawczym. Schemat połączeń w modelu, jak na rysunku 2-7*c*, gdzie *SK* — mechanizm wykonawczy, *SN* — silnik napędowy.

Kilka słów należy również powiedzieć na temat mechanizmu wykonawczego. Najlepiej się tutaj nadaje mechanizm z napędem silnikiem elektrycznym pokazany na rysunku 1-24 *b* lub podobny.

Antenę wyprowadzamy na zewnątrz modelu, mocując ją do masztu.

Próby na wodzie

Urządzenie kierujące sprawdzone na ziemi umieszczamy w modelu, który z kolei ustawiamy na wodzie. Następnie oddalając się z nadajnikiem wzdłuż brzegu sprawdzamy zasięg działania aparatury, dostrajając w razie potrzeby odbiornik. Model przez cały czas powinien się znajdować na wodzie. Zasięg działania urządzeń rzędu 80...100 m w zupełności nam wystarczy. Czasem jest konieczne skrócenie długości anteny do 330...350 mm w celu uzyskania niezawodności działania odbiornika. Ale jest to bardzo rzadko spotykane zjawisko.

Technika kierowania jachtem nie wymaga omówień. Model może być kierowany od pierwszej chwili, ważne jest tylko właściwe wyważenie (wybalastowanie) jachtu na wodzie, aby nie było żadnych przechyłów.

Po kilku próbach ustalamy najkorzystniejsze wychylenie steru i tak już zamocowujemy elementy regulacyjne.

BAŁTYK może być wyposażony w oświetlenie składające się z żarówek karzełkowych od latarek ręcznych, syrenę i cały szereg podobnych rzeczy podnoszących efektowność modelu. Ich wykonanie pozostawiamy pomysłowości modelarzy.

2.4. ZEFIR — model jachtu żaglowego

ZEFIR, to prosty w budowie, lecz bardzo sprawny model żaglowy, o konstrukcji wykonanej całkowicie z materiałów krajowych. Zastosowany w nim system kierowania jednokanałowego w połączeniu z automatycznym sterem wiatrowym umożliwia poprawne pływanie nawet początkującym radiomodelarzom. Oczywiście system kierowania można rozbudować do 4...6 kanałów.

Dane techniczne

Klasa	—	DX
Długość całkowita	—	840 mm
Ciężar własny	—	2,0 kG
Ciężar maksymalny	—	3,5 kG

Przed przystąpieniem do budowy modelu należy zgromadzić potrzebne części i materiały.

Poza tym potrzebne są klej uniwersalny lub kazeinowy, nici szare, lakiery, struny stalowe, drobne gwoździe i wkręty (najlepiej mosiężne), szpilki stalowe oraz guma modelarska.

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, nożyczki, igła, szydło, piłka włośnica, szczypce uniwersalne, młotek, pilnik, wiertarka, śrubokręt, papier ścierny i pędzel; pożądana — lutownica.

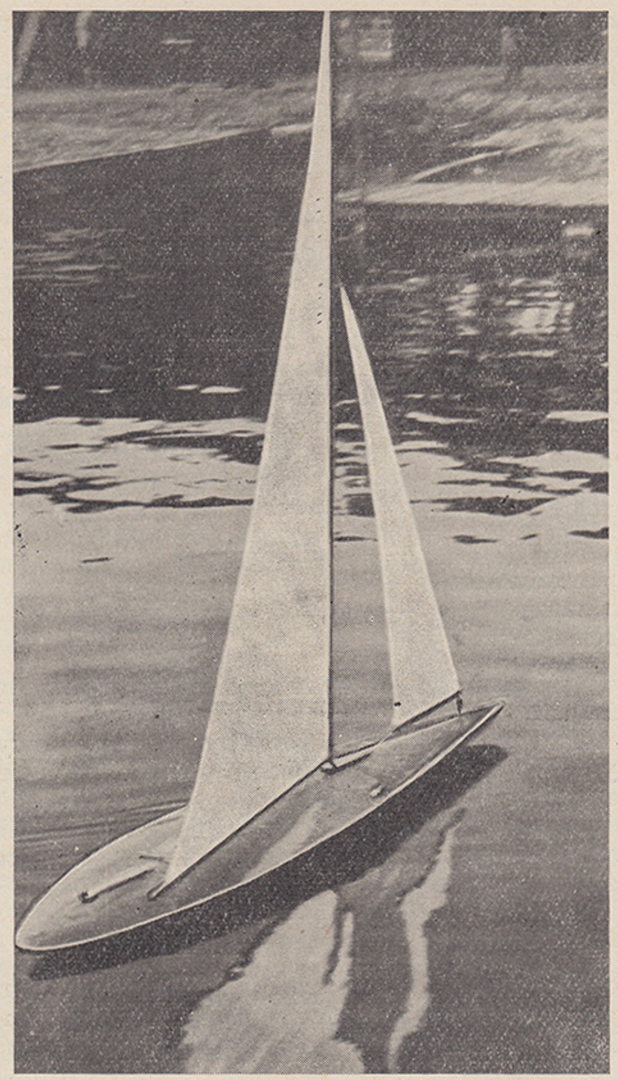
Budowa modelu

Kadłub. Po przygotowaniu kompletu wręg i podłużnic przystępujemy do montażu kadłuba na gładkiej, równej desce o wymiarach co najmniej 25×200×1300 mm. Korzystamy przy tym z uwag podanych w opisie budowy kadłuba modelu BAŁTYK.

Sklejony szkielet kadłuba z wręgami pokrywamy od strony dna pasami sklejki 1,5 mm. Rozpoczynamy od pasa przebiegającego wzdłuż osi podłużnej dna modelu. Przed przyklejeniem pokładu należy kilkakrotnie pokryć wnętrze modelu lakierem, ze szczególnym uwzględnieniem miejsc łączeń. Podstawowe prace kończy wklejenie skrzynki masztowej, miecza i gniazda steru. Następnie robimy pokrywę włazu, całość oczyszczamy papierem ściernym i lakierujemy. Najefektowniej wygląda kadłub w kolorze białym z zieloną lub czerwoną częścią podwodną, z białym lub żółtym pokładem. Lakier może być zabezpieczony warstwą „Chemolaku".

Kadłub może być też pokryty płótnem (np. batystem, szyfonem), a następnie pocellonowany. W tym przypadku krawędzie wręg pomiędzy podłużnicami lekko wypiłowujemy po linii łukowej, aby nie dotykały do płótna. Płótno przyklejamy tylko do podłużnic, dziobu i rufy.

Maszt, żagiel i olinowanie wraz z okuciami, to kolejny etap budowy ZEFIRA. Korzystamy z rysunku wykonawczego, na którym pokazany jest



Rys. 2-6. Radiomodel żaglowy naszego ZEFIRA (który otrzymał kadłub łatwiejszy do wykonania)

sposób konstrukcji steru wiatrowego, a na rysunku 1-24 — mechanizm wykonawczy przystosowany do współpracy z odbiornikiem RADIOPILOT.

Zabudowa wyposażenia kierującego

Sposób umieszczenia poszczególnych członów wyposażenia pokazano na rysunku wykonawczym. Ważną rzeczą jest szczelność pokrywy włazu oraz umieszczenie odbiornika i źródeł zasilania w zawiązanych gumą modelarską woreczkach z folii plastykowej.

Próby na wodzie. Rozpoczynamy od sprawdzenia zasięgu i zestrojenia z modelem ustawionym na wodzie, podobnie jak to opisano na przykładzie modelu BAŁTYK. Następnie wyważamy (balastujemy) model przesu-

wając wyposażenie lub ołowiany balast miecza. Dodajmy, że balast ten odlewamy z ołowiu w gipsie lub piasku formierskim; każda połówka powinna ważyć 0,5 kG. Ołów możemy zastąpić dowolnym metalem, ale balast musi mieć podany ciężar 1 kG (wówczas część płetwy może być z metalu).

Najprostsza regulacja modelu jachtu polega na przywiązaniu do jego rufy kawałka mocnej nici długości 5...10 m i na obserwacji. Najpierw balastowanie. Model stojący na wodzie powinien mieć przód (dziób) uniesiony o 2,5°, nigdy odwrotnie, ponieważ płynąc pod żaglami model pochyla dziób. Następnie wypuszczamy model z bocznym wiatrem trzymając go na nici. Jeśli model będzie płynął prosto tym samym kursem — wszystko w porządku. Jeśli model zakręca pod wiatr (model jest nawietrzny) — należy maszt przesunąć o 1...2 gniazda do przodu. Jeśli model zakręca z wiatrem (model jest zawietrzny) — należy maszt przesunąć o 1...2 gniazda do tyłu. Dalsza precyzyjna regulacja polega na pochylaniu masztu do przodu lub do tyłu. Oczywiście podczas tej regulacji ster stoi w neutrum.

Jeśli przy silnym wietrze model zbytnio się kładzie na bok, należy dodać balastu. Największy dopuszczalny przechył — 20°.

Najkorzystniejszy kąt natarcia żagli wynosi (w zależności od wybrzuszenia) 15...20°. Oba żagle — grot i fok — powinny mieć te same kąty natarcia. Likwidowanie nawietrzności lub zawietrzności modelu drogą ustawiania żagli na różne kąty natarcia zmniejsza siłę napędzającą model, a więc nie tędy droga.

Technika kierowania jachtem ZEFIR jest dość specyficzna. Interesuje nas tylko ster kierunku, pozostałe czynności przy zwrotach jacht wykonuje samoczynnie.

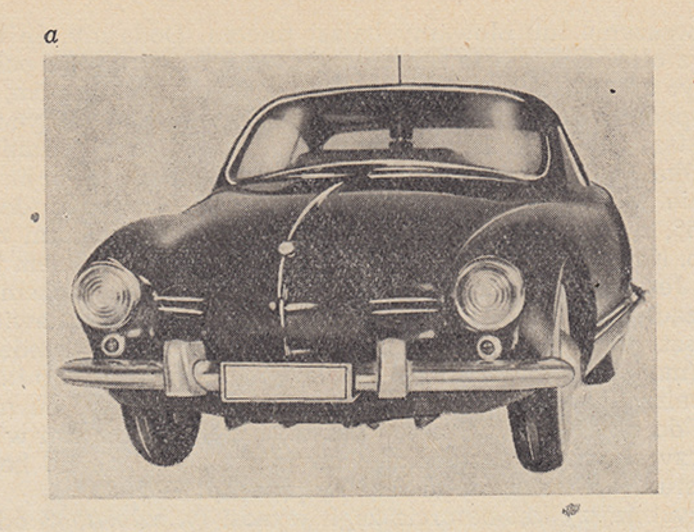
Dodajmy, że tak, jak przy regulacji modeli latających, tak i przy modelach żaglowych bardzo przydaje się pomoc doświadczonego kolegi. Tym razem nie musi to być radiomodelarz. Pomoc modelarza specjalizującego się w budowie jachtów jest nieoceniona również przy szyciu żagla. To sztuka sama w sobie. Oczywiście, jeśli chcemy uzyskiwać wyniki wyczynowe.

2.5. FIAT — model samochodu osobowego

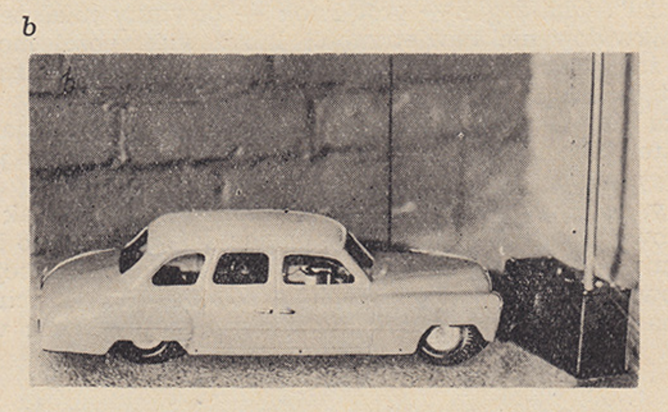
Model pokazany na rysunku 2-7*a* jest konstrukcją przystosowaną do zdalnego kierowania, opartą na sylwetce znanego samochodu osobowego VW KARMAN-GHIA. Należy tu od razu dodać, że nadwozie (karoseria) modelu może być wymienione na dowolne — wzorowane na istniejących samochodach (podajemy przykładowo rysunki samochodu FIAT) lub opracowane samodzielnie — służy bowiem jedynie celom dekoracyjnym.

Właściwe wyposażenie modelu jest związane wyłącznie z podwoziem uniwersalnym podanym na rysunkach wykonawczych, które pasuje niemal do wszystkich nadwozi samochodów czterokołowych, zwłaszcza osobowych. Przykładem tego może być model samochodu ZIM, pokazany na rysunku 2-7*b*. I jeszcze jedno: model z tym podwoziem nadaje się do umieszczenia w nim również urządzenia wielokanałowego, umożliwiającego pełny zakres kierowania. Oczywiście, model może być kierowany za pomocą urządzenia jednokanałowego i pozwala wykonywać zakręty w lewo, w prawo oraz zatrzymywać się i ruszać z miejsca. Model można też przystosować do rozbudowy systemu kierującego, pozwalającego za pomocą jednego tylko kanału przełączać również silnik napędowy do jazdy w przód i w tył (rys. 2-7*c*).

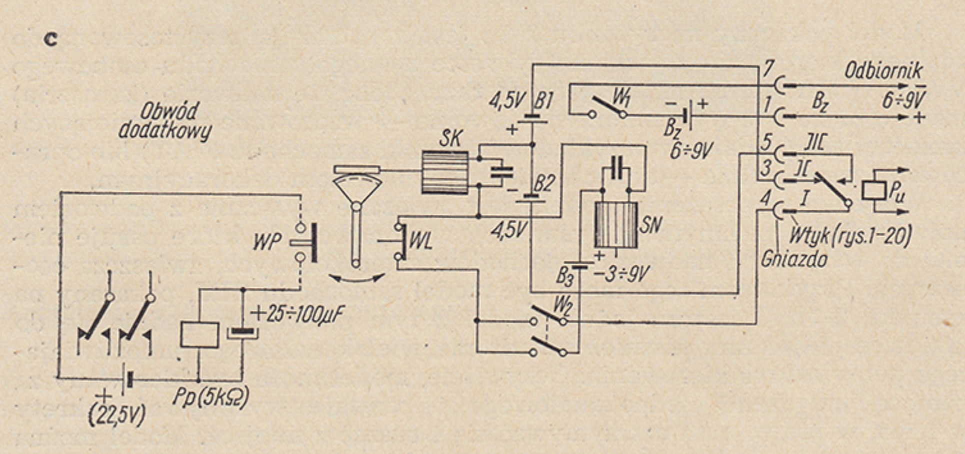
a



b



c



Rys. 2-7. Radiomodele samochodów wykonane w oparciu o nasze podwozie uniwersalne

a — VW KARMAN-GHIA, *b* — ZIM, *c* — schemat połączeń w modelu

Dane techniczne dowolnych modeli, które można zbudować w oparciu o podwozie uniwersalne

Długość całkowita	—	350...450 mm
Ciężar maksymalny	—	do 2500 G
Prędkość jazdy	—	do 30...50 m/min
Czas działania bez wymiany źródeł zasilania	—	do 30 min

Przed przystąpieniem do wykonania modelu należy zapoznać się dokładnie z jego rysunkami oraz przygotować wszystkie potrzebne części i materiały.

Poza tym potrzebne są: klej kolodionowy lub „Epidian-5", nici szare, papier ścierny, szpachlówka, lakiery, żarówki karzełkowe 2,5...3,5 V/0,1 A (4...6 sztuk), śruby M2...M3, wkręty do drewna, koszulki izolacyjne PCW.

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, dłuto, pilnik, piłka do metalu, piłka włośnica, nożyczki, nożyce do cięcia blachy, młotek, szczypce uniwersalne, wiertarka ręczna, śrubokręt; pożądany jest ponadto dostęp do małej tokarni.

Budowa modelu

Podwozie. Budowę modelu rozpoczniemy od wykonania podstawy — ramy nośnej podwozia. Wycinamy ją z blachy stalowej o grubości 1 mm i kształtujemy według rysunku roboczego. W tej fazie budowy wiercimy również wszystkie potrzebne otwory, posługując się przy tym także rysunkiem wykonawczym. Pamiętajmy też o ewentualnym wygięciu małych kątowników w przodzie i w tyle podstawy, niezbędnych do późniejszego zamocowania zderzaków. Całą ramę podwozia malujemy szarym lakierem ochronnym nitro i pozostawiamy do wyschnięcia.

Zderzaki wykonamy przez wyklepanie z blachy aluminiowej o grubości 0,8 mm lub też po prostu ze sklejki pokrytej dwukrotnie warstwą srebrnego lakieru. W tym ostatnim przypadku zderzaki przyklejamy do podstawy klejem kolodionowym. Tymże klejem mocujemy nakładki do zderzaków.

Opisane podwozie uniwersalne odnosi się do modeli wyczynowych. W innych przypadkach wystarczy podwozie uproszczone podane przy opisie modelu samochodu GROT.

Koła z oponami gumowymi kupimy w dowolnym sklepie modelarskim lub też wykorzystamy od starych zabawek. Więcej kłopotu sprawi nam zdobycie mechanizmu różnicowego (dyferencjału). Zresztą możemy go pominąć stosując napęd tylko na jedno koło, przez przekładnię zębatą lub nawet cierną — bezpośrednio po obwodzie koła. Takie rozwiązanie zastępcze widzimy właśnie na rysunku roboczym.

Warto dodać, że mechanizm różnicowy oraz elementy układu sterowego możemy znaleźć w zestawach konstrukcyjnych importowanych z NRD i Węgier („Konstruktion", „Metall-Getriebebaukasten", „Mechanika"), dostępnych w sklepach Centralnej Składnicy Harcerskiej. Z części zawartych w zestawach można też złożyć całe podwozie dla naszego modelu.

Jako silnik napędowy nadaje się każdy elektryczny mikrosilnik zabawkowy albo modelarski prądu stałego. Moc — od 0,5 do 30 W. Odpowiednie silniki produkcji krajowej lub importowane podajemy w tablicy 3-7. W przypadku zastosowania silnika o okrągłej obudowie mocujemy go za pomocą uchwytu z blachy aluminiowej o grubości 1 mm.

Łożyska kulkowe do kół są pożądane, ale niekonieczne i można je zastąpić tulejami brązowymi czy mosiężnymi lub po prostu łożyskami z blachy w kształcie ceownika, przewierconej dla dwupunktowego zawieszenia osi koła.

Drugi mikrosilnik elektryczny prądu stałego o mocy 0,2...3 W będzie potrzebny do poruszania mechanizmu sterowego skrętu kół przednich. Mechanizm ten składa się z przekładni, zespołu popychaczy oraz kół przednich. Szczegóły są widoczne na rysunkach roboczych. Jako urządzenie sterujące można też zastosować mechanizm wykonawczy z rysunku 1-30, a nawet z rysunku 1-24.

Nadwozie. Pracę rozpoczynamy od wycięcia ze sklejki lub tektury form negatywowych dla poszczególnych połówek przekrojów poprzecznych nadwozia budowanego przez nas typu samochodu. Będą to wzorce sprawdzające. Następnie sklejamy na rzucie poziomym modelu, przeniesionym z rysunku roboczego na płaszczyznę deski montażowej, ściany boczne nadwozia oraz pokrycie części przedniej i tylnej wozu. Najlepiej jeśli to będzie balsa. Połączenia wzmacniamy przez wklejenie trójkątnych listewek lub klocków.

Za pomocą pilnika i papieru ściernego uzyskujemy obrys zasadniczy nadwozia, potem opracowujemy okolice reflektorów. Przez cały czas posługujemy się wzorcami sprawdzającymi i ewentualnie szpachlówką nitro. Po otrzymaniu ostatecznego kształtu nadwozia, oczyszczamy je drobnoziarnistym papierem ściernym i powlekamy od zewnątrz i wewnątrz warstwą bezbarwnego lakieru nitro. Następnie osadzamy na klej wsporniki dachu i wstępnie już opracowany dach.

Pozostało jeszcze dopasowanie oszklenia nadwozia i prace wykończeniowe. Dobór barw pomalowania wozu i sposób opracowania szczegółów może być dowolny, zależnie od życzeń i umiejętności. Należy jednak pamiętać, że przy lakierowania modelu na wysoki połysk wyraźnie występują wszelkie niedokładności powierzchni powstałe podczas wykonywania nadwozia. Numery rejestracyjne wozu najlepiej jest sfotografować z prawdziwego samochodu, a następnie zmniejszyć do potrzebnych wymiarów i przykleić na właściwe miejsce w modelu.

Dodajmy, że szczegółowe rysunki robocze karoserii samochodów VW Karman-Ghia i FSO Warszawa były zamieszczone w książce „Jak zbudować kierowany radiem model" wydanej w 1962 i 1963 roku.

Oczywiście, można też zastosować nadwozia wykonane z blachy lub laminatu szklanego, a nawet ze styropianu.

Zabudowa wyposażenia kierującego

Przykładowe rozmieszczenie części widzimy na rysunkach wykonawczych. Połączenia montażowe wykonujemy miękkim przewodem w izolacji PCW, a odbiornik umieszczamy na podkładce z mikrogumy. Wyłączniki są dostępne po zdjęciu nadwozia. Można je też wyprowadzić od spodu podwozia.

Próby modelu

Po sprawdzeniu urządzeń — nadawczego i odbiorczego — w sposób nie odbiegający od omówionego przy próbach poprzednich modeli, ustalamy zasięg ich działania. Wystarczy nam w zupełności zasięg rzędu 25 m.

Po włączeniu urządzeń w modelu i nadajnika przystępujemy do kierowania, zwierając i rozwierając okresowo przycisk manipulatora. Jazdę modelu po prostej uzyskamy wówczas, gdy czas zwarcia przycisku (nadajnik włączony) i czas jego rozwarcia (nadajnik wyłączony) będą sobie równe. Przez cały czas kierowania manipulujemy nadajnik nie dopuszczając do tego, aby koła przednie znajdowały się w pełnym skręcie. Nie jest to zresztą trudne do opanowania. Możemy też zastosować manipulator automatyczny.

Rozwarcie przez dłuższą chwilę przycisku w manipulatorze nadajnika powoduje pełny skręt kół przednich w lewo i zatrzymanie modelu przez wyłączenie silnika napędowego. Następne zwarcie przycisku w nadajniku znów uruchamia model. Jeśli chcemy na dłużej zatrzymać model, należy koniecznie używać do tego celu wyłączników *W1* i *W2*, w przeciwnym bowiem razie możemy uszkodzić silnik sterujący.

2.6. GROT — model samochodu wyścigowego

Rysunki wykonawcze modelu GROT stanowią przykład najprostszego rozwiązania podwozia i napędu, przydatnego również dla dowolnych modeli samochodów osobowych, jak i specjalnych. Podstawowym tworzywem konstrukcyjnym jest tutaj sklejka i drewno, a nie metal, jak w modelu FIAT.

Dane techniczne

Długość całkowita	—	370 mm
Ciężar maksymalny	—	1250 G
Prędkość jazdy	—	do 20 m/min
Czas działania bez wymiany źródeł zasilania	—	do 45 min

Przed przystąpieniem do wykonania modelu należy zapoznać się dokładnie z jego rysunkami oraz przygotować wszystkie potrzebne części i materiały.

Poza tym potrzebne są: klej uniwersalny, nici szare, papier ścierny, szpachlówka, lakiery, śruby M2...M3, wkręty do drewna, drut stalowy, żyłka nylonowa (stylonowa), struna stalowa, miękki przewód w izolacji igelitowej (PCW).

Potrzebne narzędzia: ostry nóż, pilnik, piłka włośnica, nożyczki, młotek, szczypce uniwersalne, wiertarka ręczna, śrubokręt i pędzel.

Budowa modelu

Podwozie. Budowę rozpoczynamy od wykonania podstawy ze sklejki wraz z zawieszeniem kół. Koła z oponami możemy kupić w dowolnym sklepie modelarskim, wykorzystać od starych zabawek lub wreszcie wytoczyć albo wypiłować z drewna. Napęd — poprzez przekładnię pasową zrobioną z pasma gumowego. Można też zastosować przekładnię cierną z wałkiem gumowym dociskanym bezpośrednio do obwodu koła.

Nadwozie może być dowolne. W naszym przypadku zastosowano nadwozie najprostsze stylizowane na wzór samochodów wyścigowych. Kon-



a



b

strukcja ze sklejki, balsy lub kratownicy sosnowej pokrytej papierem. Ważną rzeczą jest lekkość nadwozia. Całość lakierujemy na dowolny kolor, np. czerwony, czarno-pomarańczowy, czarno-żółty itp.

Zabudowa urządzenia kierującego

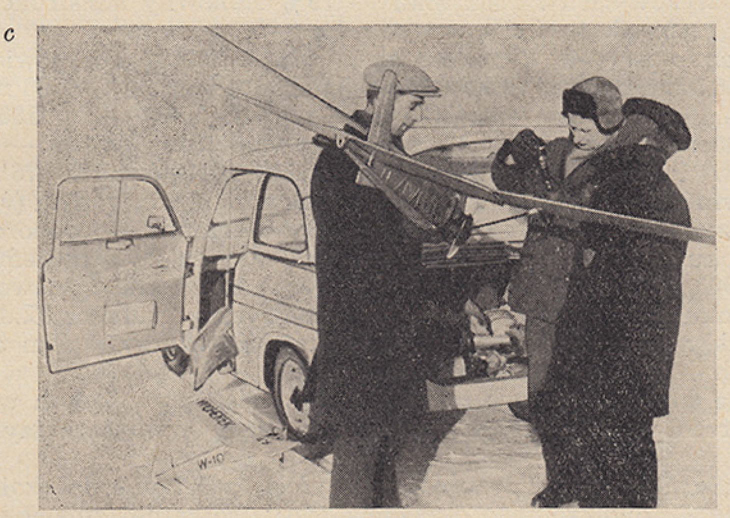
Rozmieszczenie części pokazane zostało na rysunku wykonawczym. Odbiornik może być zasilany z miniaturowej baterii 9 V lub z typowego zasobnika z ogniwami 1,5 V (jak w modelu ELEKTRON 3). Mechanizm wykonawczy z rysunku 1-24 *a* lub 1-24 *b* albo też dowolny rozdzielacz gwiazdowy (np. z opisu w książce „Jak zbudować kierowany radiem model” — 1962 i 1963 r.). Dobre wyniki daje zastosowanie jako napędu mikrosilnika elektrycznego z przekładnią 1:3...1:5, ale nie jest to konieczne.

Próby modelu

Nie odbiegają one od poprzednio omówionych. Bardzo efektowne są jednoczesne wyścigi dwóch modeli, ale jest to osiągalne tylko po zastosowaniu selektywnych filtrów elektrycznych w odbiornikach superreakcyjnych.

Na tym kończymy opisy budowy różnych modeli zdalnie kierowanych, stanowiące uzupełnienie do rysunków wykonawczych sporządzonych w wielkości naturalnej i dołączonych do książki.

c



Rys. 2-8. Latamy cały rok, bez względu na pogodę, z aparaturą RADIOPILOT zbudowaną według opisu w rozdz. 1

a — w lipcowy upał, *b* — w mglisty listopadowy dzień, *c* — przy 15-stopniowym mrozie

ROZDZIAŁ 3

PILOTAŻ MODELI ZDALNIE KIEROWANYCH

W literaturze fachowej (nie tylko krajowej) — niewątpliwie bogatej, jeśli chodzi o radiową i elektroniczną stronę zagadnienia — nie tak łatwo można spotkać prace szerzej omawiające problemy pilotażu radiomodeli. A są one i ważne, i ciekawe, zwłaszcza teraz, gdy sprawne działanie aparatury kierującej przestało już być problemem zasadniczym.

Analiza dotychczasowych 4 mistrzostw świata w kategorii akrobacyjnych radiomodeli latających z napędem wykazuje następujące tendencje.

Wzrost średniego poziomu. W 1960 roku około 60% zawodników uzyskało połowę lub mniej punktów mistrza świata, w 1962 roku — było ich 45%, w 1963 roku — 31%, a w 1967 roku — zaledwie 17,1%. Podczas gdy w 1960 roku — aż 30% zawodników nie uzyskało nawet $1/10$ punktów mistrza świata, to w 1962 roku liczba ta zmalała do 10%, w 1963 roku — do 5%, uzyskując w 1965 i 1967 roku — 0% (najgorszy zawodnik uzyskał 30% punktów zwycięzcy).

Modele. W 1962 roku — 27% modeli miało podwozie dwukołowe, w 1963 roku — 13%, a w 1967 roku — 1%. W 1963 roku — 75% modeli to były dolnopłatowce, w 1967 roku dolnopłatowce stanowiły 99%. Przeciętne dane modeli z lat 1962 i 1963: powierzchnia płata — 46,5 dm^2, ciężar całkowity — 2,84 kG, rozpiętość — 1,7 m, silniki — 7,5...8 cm^3 ze śmigłami — Φ 280...300×150 mm. Aparatura kierująca — 10-kanałowa z języczkowym przekaźnikiem rezonansowym bez pośredniczących przekaźników stykowych (w 1962 roku — 19% stanowiły konstrukcje amatorskie, w 1963 roku — 2,8%, w 1965 roku — 5,7%).

A teraz przeciętne dane modeli z 1965—1967 roku: powierzchnia płata — 46,8 dm^2, ciężar całkowity — 3,4 kG, rozpiętość — 1,65 m, silnik z zapłonem żarowym — 7,4...10 cm^3 ze śmigłami — Φ 280...300 × × 150...200 mm; zbiorniki paliwa — z ssawką; filtry paliwa — w 50% zbiorników. Ponad 50% modeli z hamulcami kół głównych; 76% — ze sterowanym kołem przednim, 2,9% — z podwoziem wciąganym (w 1963 r. odpowiednio: 1,6%; 5,7%; 0%). Aparatura kierująca — proporcjonalna (w 1967 roku — 100%, w 1965 roku — 72%, w tym 64% w systemie liczącym, w 1963 roku — 7%, w 1962 roku — 3%). Lotki krawędziowe — 90% (w 1963 roku — 93%). Profil płata — symetryczny grubości 15...20% lub dwuwypukły grubości 15...22%. Konstrukcje z wykorzystaniem tworzyw sztucznych — 11,5% (w 1963 roku — 5,1%).

Analiza dotychczasowego rozwoju radiomodeli pływających wykazuje na przestrzeni lat 1963...1967 następujący postęp w klasach szybkościowych F1.

W klasie modeli F1-E30 prędkość wzrosła z 1,7 m/s do około 3 m/s (czas biegu — dwukrotnego okrążenia trasy trójkątnej zmalał ze 117 s do 50,9 s). W klasie F1-E500 prędkość wzrosła z około 4,8 m/s do około 5,8 m/s (czas biegu zmalał z 41,7 s do 28,6 s). W klasie F1-V10 prędkość

wzrosła z około 6,25 m/s do około 9 m/s (czas biegu zmalał z 32,27 s do 18,8 s).

Silniki elektryczne — w klasie F1-E30 — z magnesem trwałym, w klasie F1-E500 — szeregowe (wyjątkowo z magnesem trwałym). Silniki spalinowe — w klasie F1-V2,5 — samozapłonowe lub z zapłonem żarowym, w klasie F1-V5 — z zapłonem żarowym, w klasie F1-V10 — z zapłonem żarowym (wyjątkowo z zapłonem iskrowym). W klasie F1-E30 konstrukcja balsowa (90%) lub sklejkowa (10%), w klasie F1-E500 konstrukcja z laminatu szklanego (10% w 1963 roku, 60% w 1967 roku) lub sklejkowa (40% w 1967 roku), w klasie F1-V2,5 konstrukcja sklejkowa (95%), w klasie F1-V5 konstrukcja sklejkowa (50%) lub z laminatu szklanego (50%), w klasie F1-V10 konstrukcja z laminatu szklanego (95%) lub sklejkowa (5%).

Aparatura kierująca — 2...4-kanałowa. Od 1966 roku stosuje się również aparaturę proporcjonalną, ale tylko w pojedynczych przypadkach.

Modele żaglowe klasy F5, najczęściej typu *DM*, mają konstrukcję drewnianą (60%), sklejkową (20%) lub z laminatu szklanego (20%). Żagle — z tkaniny sztucznej (np. z terylenu, mylaru itp.); rzadziej z tkanin cellonowanych. Aparatura kierująca — 4-kanałowa, również — proporcjonalna.

3.1. Pilotaż modeli kołowych

Małe prędkości ruchu i zasięg ułatwiają zdalne kierowanie modelami kołowymi wszelkiego rodzaju. Są już rozgrywane zawody radiomodeli samochodów polegające na bezbłędnym wykonaniu manewru figurowego na torze przeszkód oraz — na wyścigu. Jeśli biegi figurowe mogą być rozgrywane przy użyciu dowolnej aparatury kierującej, to wyścig kilku modeli jednocześnie wymaga zastosowania odbiorników superheterodynowych.

Przykładowy tor zawodniczy dla radiomodeli samochodów podano na rysunku 3-2.

W zawodach radiomodeli kołowych organizowanych przez Ligę Obrony Kraju mogą brać udział modele redukcyjne samochodów, czołgów, ciągników itp. pojazdów, jak i dowolne modele wyczynowe własnej konstrukcji. Długość całkowita modelu nie może być większa niż 1000 mm. Napęd dowolny; dopuszczalne napięcie prądu stałego nie może przekraczać 42 V, a pojemność skokowa cylindrów — 10 cm³. Modele mogą być kierowane dźwiękiem, światłem lub falami radiowymi.

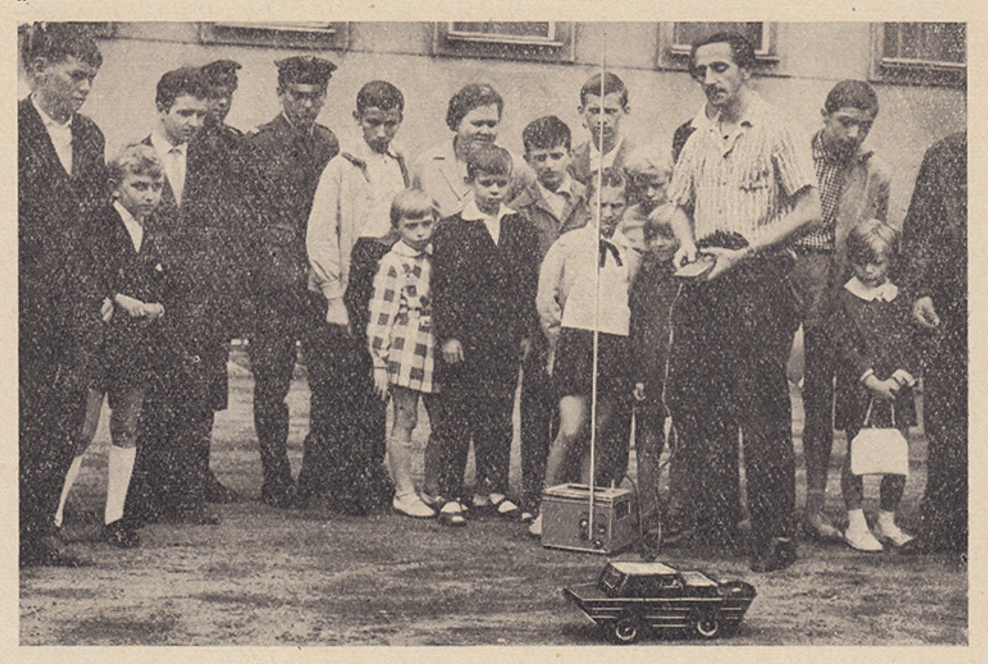
Modele redukcyjne (klasa A) mogą mieć podziałki: 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:40, 1:50.

Modele redukcyjne (klasa A) są oceniane za jakość wykonania i prawidłową jazdę po trasie (rys. 3-2*a*). Czas biegu ograniczony do 460 s.

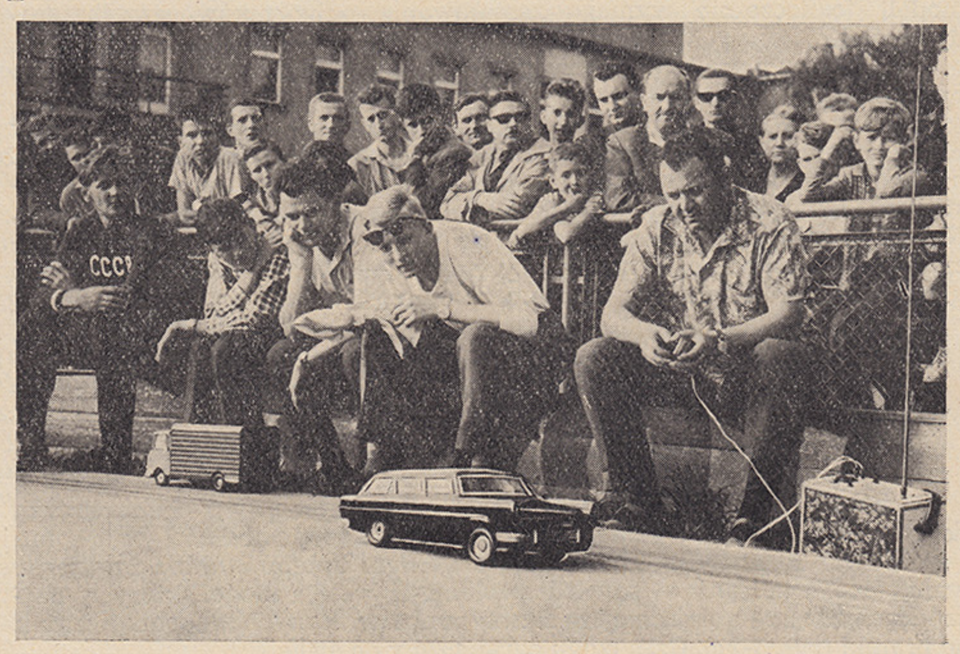
Modele dowolne (klasa B) są oceniane za stopień zmechanizowania i prawidłową jazdę po trasie (rys. 3-2*b*). Czas biegu ograniczony do 460 s.

Model (klasy A lub B) biorący udział w konkurencji wpychania krążka do bramki może mieć nakładkę na zderzak przedni długości do 50 mm i szerokości 20 mm, ustawioną pod dowolnym kątem. Nakładki wklęsłe, widełkowe, z kolcami — są niedozwolone. Zwycięża model, który w najkrótszym czasie i z najmniejszą liczbą punktów karnych wepchnął krążek do bramki (rys. 3-2*c*). Czas biegu ograniczony do 460 s.

a



b



c



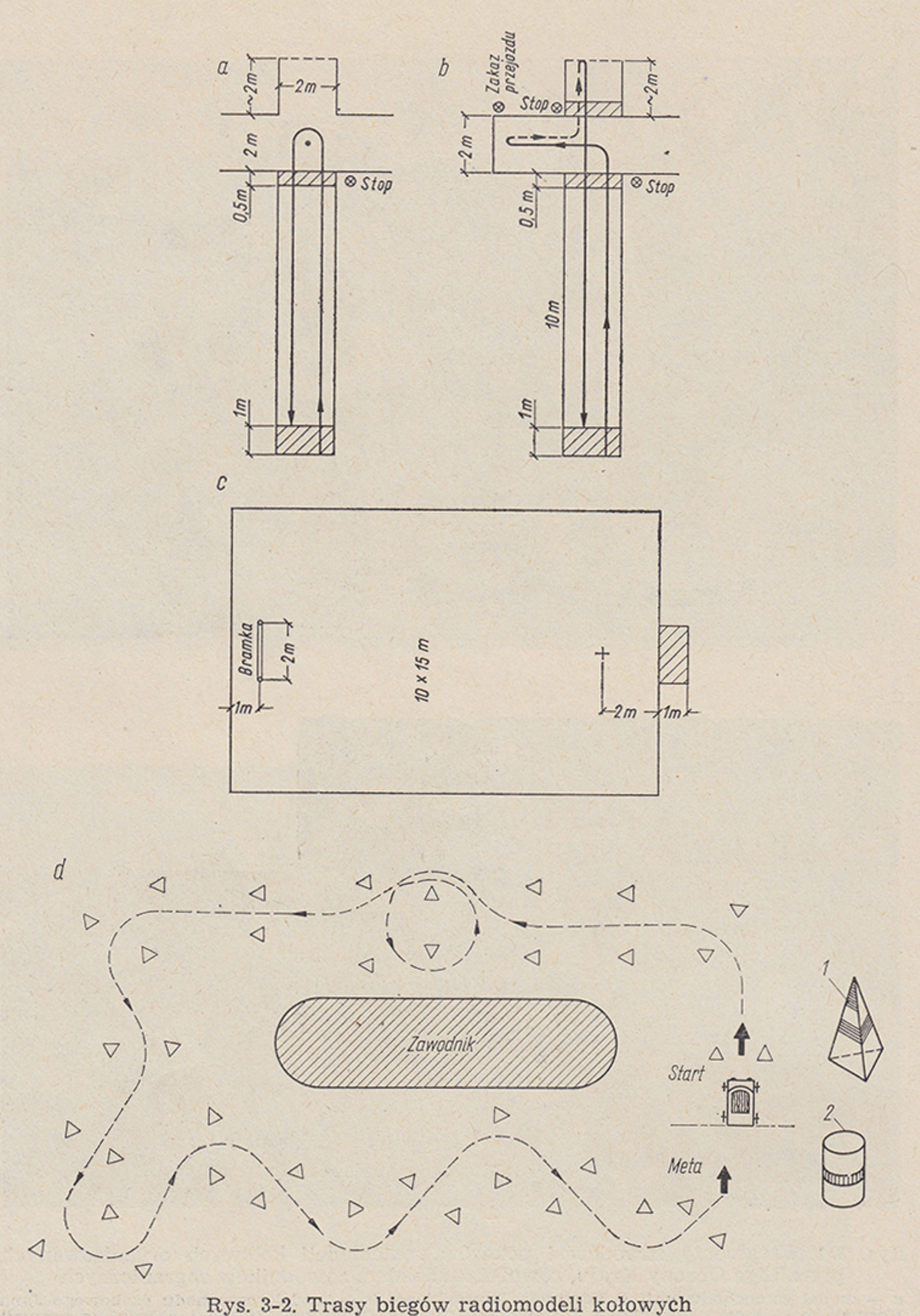
d

e



Rys. 3-1. Fragmenty zawodów i pokazów radiomodeli kołowych organizowanych przez Ligę Obrony Kraju, również z udziałem zawodników zagranicznych

_a_ — model samochodu-amfibii Edmunda Paprockiego, _b_ — model samochodu osobowego Jana Kosmali, _c_ — model samochodu dostawczego Gunara Dzenitysa (ZSRR) i chłodni (z prawej) Sylwestra Kujawy, _d_ — miniaturowy model inż. Aleksandra Rawskiego (kierowanie proporcjonalne), _e_ — wnętrze modelu z rys. _d_



Rys. 3-2. Trasy biegów radiomodeli kołowych

a — dla modeli redukcyjnych (klasa *A*), *b* — dla modeli dowolnych — funkcjonalnych (klasa *B*), *c* — dla modeli wpychających piłkę do bramki, *d* — trasa złożona, wytyczona graniastosłupami *1* ze styropianu lub kartonu albo też pustymi puszkami po konserwach *2*

Każdy zawodnik musi wystartować w czasie do 5 minut od chwili wywołania. Za szybsze wykonanie biegu (czas poniżej 460 s) zawodnik otrzymuje punkty dodatnie.

3.2. Pilotaż modeli pływających

Tutaj będziemy mieli sporo problemów. Rozpoczynamy od regulacji radiomodelu na wodzie.

Regulacja

Każdy radiomodel musi przy sterze ustawionym w umownym neutrum płynąć prosto. Osiągamy to puszczając model bez kierowania na trasie 10...15 m i obserwując jego zbaczanie z kierunku. Przestawiając nieco ster lub dodając miecz pod środkiem ciężkości modelu uzyskujemy bieg po prostej. Następnie sprawdzamy reakcje modelu pod działaniem wychyleń steru. Model powinien szybko i jednakowo zakręcać w lewo i w prawo, nie zwalniając swej prędkości. Osiągamy to przez odpowiednie ukształtowanie powierzchni steru, rozłożenie jego powierzchni przed i za osią obrotu, ewentualne umieszczenie miecza oraz regulację wychyleń steru. Promień zakrętu powinien być możliwie mały (ciasne zakręty), ale nie grożący przewróceniem się modelu. Raz ustaloną regulację pozostawiamy bez zmian. Zmiana silnika napędowego, a czasem nawet tylko śruby, zmusza do powtórzenia całej regulacji.

Biegi sportowe

Technika pilotowania radiomodeli pływających polega na kierowaniu impulsami, a nie sygnałami ciągłymi. Im model szybszy, tym krótsze impulsy, dosłownie muśnięcia. Dlatego też zwykłe przyciski (mikrowyłączniki) w manipulatorze nadajnika są wygodniejsze w użyciu niż drążki lub koła sterowe. Oczywiście, w systemach kierowania proporcjonalnego impulsowanie ręczne jest zastąpione automatycznym.

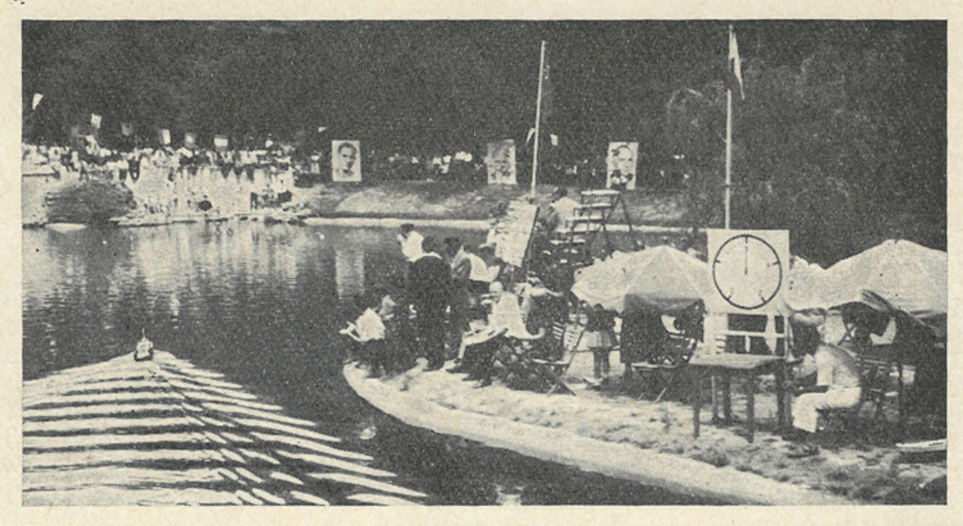
Ważną rzeczą jest szybkość wychylania się steru i jego powrót do neutrum. Wychylania te powinny być jak najszybsze (rzędu 0,1...0,4 s), podobnie jak i powroty. W modelach do biegów figurowych oraz szybkich w klasie F1-E30 mechanizmy wykonawcze o zwolnionym powrocie do neutrum (rzędu 0,4...0,7 s) mogą poprawić nieco płynność manewrów. We wszystkich innych klasach modeli z napędem ster m u s i działać natychmiastowo.

W modelach żaglowych sterujemy albo ster z samoczynnym powrotem do neutrum (może to być powrót zwolniony), albo ster bez tego powrotu. W pierwszym przypadku mamy łatwiejsze kierowanie, w drugim — bardziej precyzyjne.

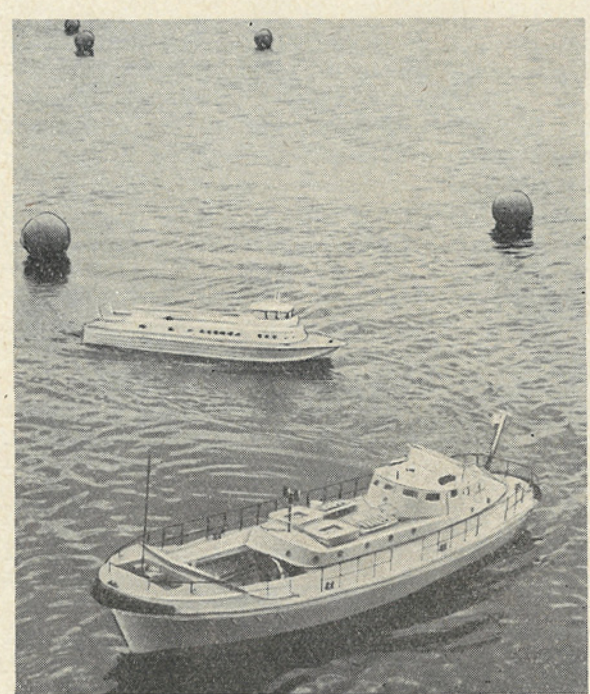
Zbiornik wodny powinien mieć wymiary co najmniej 50 $\times$ 75 m i głębokość 0,4 m lub więcej. Zanieczyszczenie wody (roślinnością itp.) grozi zahamowaniem śruby i uszkodzeniem silnika elektrycznego, a także zablokowaniem steru.

B i e g i   s z y b k o ś c i o w e. Taktyka pilotowania modeli F1 polega na opłynięciu trasy trójkątnej (rys. 3-4) po możliwie najkrótszej drodze. Należy unikać zbędnego używania steru podczas biegu, ograniczając się tylko do zakrętów i drobnych korektur. Model powinien sam płynąć pro-

a

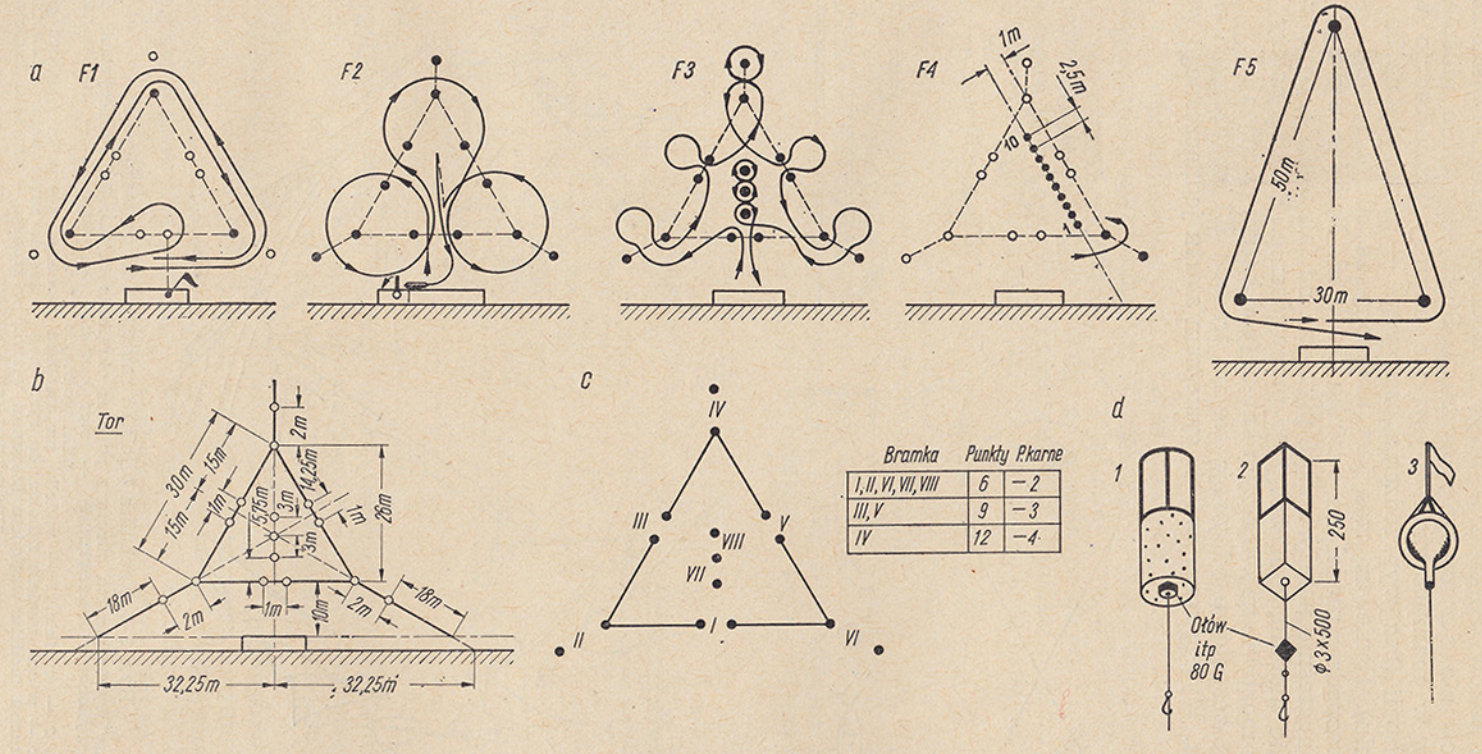


b



Rys. 3-3. Fragmenty zawodów i pokazów radiomodeli pływających

a — typowy widok zawodów radiomodeli: z lewej — model na trasie, z prawej — stanowisko startowe i sędziowskie (widoczna wieża sędziowska, tablica wyników i zegar wyznaczający czas na przygotowanie się do biegu), *b* — jednoczesny bieg 2 radiomodeli: morskiego statku ratowniczego Andrzeja Łączyńskiego i autobusu wodnego PL-4 Henryka Włodarczyka (w głębi); boje — z pęcherzy gumowych



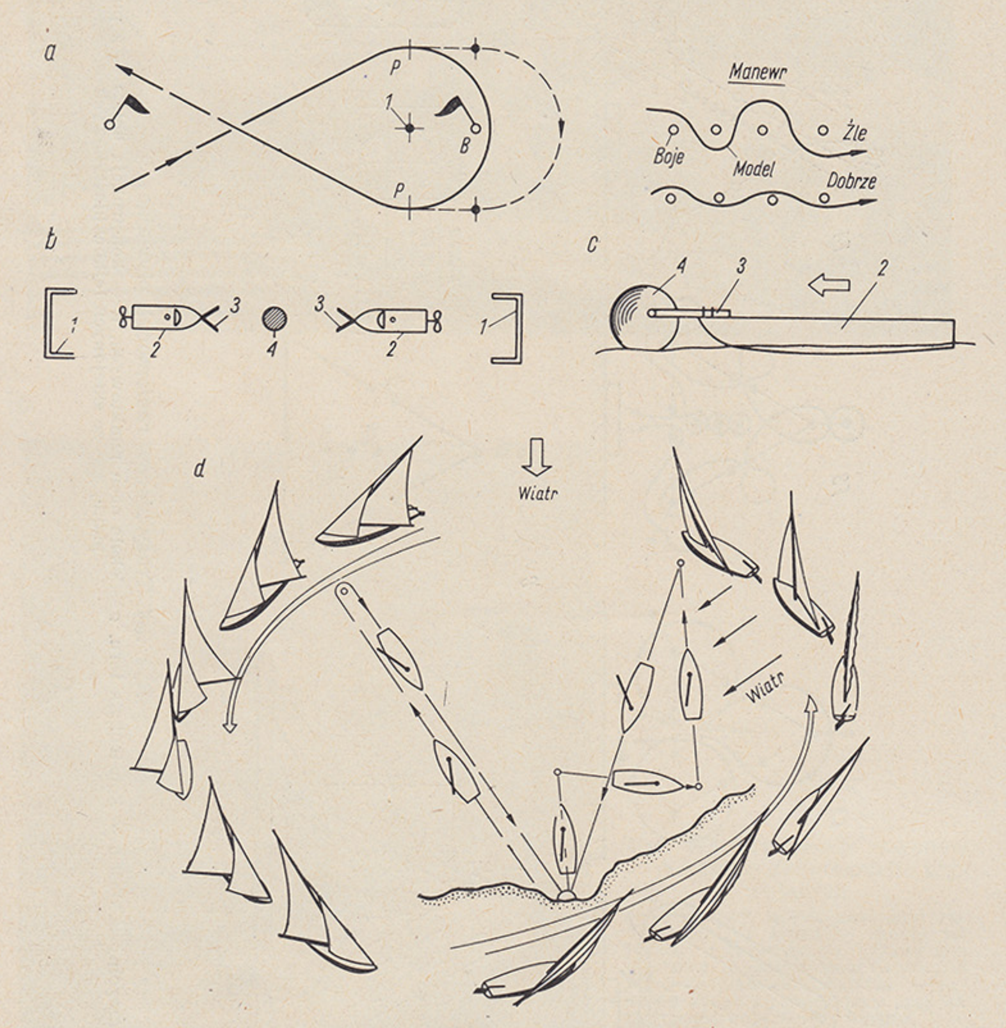
Bramka	Punkty	P.karne
I, II, VI, VII, VIII	6	−2
III, V	9	−3
IV	12	−4

Rys. 3-4. Trasy biegów radiomodeli pływających

a — trasy poszczególnych klas, *b* — konstrukcja toru, *c* — skala ocen punktowych, *d* — konstrukcja boi: *1* — z puszek metalowych, *2* — ze styropianu, *3* — ze sklejonych lejków plastykowych

sto wzdłuż boków trójkąta. Wymaga to dobrego wyregulowania modelu oraz opanowania nerwowego zawodnika. Sterujemy tylko muśnięciami przycisków w manipulatorze, wysyłając impulsy bezpośrednio w potrzebnej chwili (bez wyprzedzenia czasowego — poprawki na bezwładność modelu). Ponieważ czas jest mierzony ze startu lotnego, można wstępnie rozpędzić model na odcinku 5...10 m. Podczas wyścigu kilku modeli jednocześnie należy unikać płynięcia na fali sąsiada, co powoduje rozkołysanie modelu, a nawet jego przewrócenie. Falę tę należy pokonywać pod możliwie największym kątem (pod kątem prostym).

Wyścigi zespołowe odbywają się na trasach F1 pokazanych na rysunku 3-4*a*. Wyścig rozgrywa się systemem startu jednoczesnego wszyst-



Rys. 3-5. Technika pilotażu radiomodeli pływających

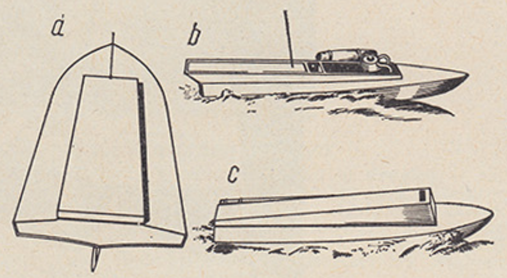
a — poprawny wybór punktu obrotu *1* podczas okrążania boi *B;* linia przerywana pokazuje niewłaściwe wykonanie manewru; *P* — ster kierunku w prawo, *b* — modelarski mecz „piłki wodnej":
1 — bramki, *2* — modele, *3* — widełki na dziobach modeli, *4* — piłka (pęcherz gumowy, balon itp.), *c* — widok modelu z boku (do rys. *b*), *d* — zasada żaglowania: ustawienie żagli zależnie od ruchu modelu względem kierunku wiatru; w środku — przykład żaglowania po trasie z wiatrem bocznym

kich modeli lub też parami. Liczba okrążeń toru — 4...6. Są to bardzo efektowne zawody, ale wymagające stosowania odbiorników superheterodynowych oraz grożące zderzeniami modeli.

Biegi figurowe. W konkurencji F2 i F3 (rys. 3-4*a*) musimy uwzględniać pewne wyprzedzenie czasowe sygnału kierującego, poprzedzające lub kończące manewr modelu. Również tutaj należy dążyć do ograniczenia do minimum czynności kierowania oraz zawsze pamiętać w porę o zmianach zgodności kierunków wychyleń steru i przycisków w manipulatorze w przypadkach, gdy model płynie do nas lub od nas. Jest to podstawowa omyłka, nie oszczędzająca nawet rutynowanych zawodników.

W biegach manewrowych, a także szybkich, wiele zależy od właściwego wybrania punktu zakrętu. W praktyce zakręt wokół boi należy zaczynać nie na jej wysokości, lecz wcześniej (rys. 3-5*a*). W ten sposób skracamy drogę modelu o 2...3 m, co w pełnym biegu F1 daje zysk na czasie rzędu 4...6 s. Opanowanie takiej techniki pilotażu pozwala nawiązać skuteczną walkę nawet z modelami mającymi większą prędkość.

Polowanie na baloniki. Tutaj (rys. 3-4*a)* stosuje się pięć różnych metod rozgrywania biegu F4: *1* — bieg z pełną prędkością i celowanie z obu kierunków — od siebie i do siebie; *2* — bieg z pełną prędkością i celowanie tylko od siebie; *3* — bieg zwolniony przy celowaniu od siebie oraz bieg szybki przy nawrotach; *4* — bieg z bardzo małą prędkością i zwrotnym modelem — celowanie od siebie; *5* — kolejne „dziobanie" (celowanie od siebie, a następnie wycofywanie się na wstecznym biegu).



Rys. 3-6. Radiomodele ślizgów regatowych

a — model klasy F1-E30 inż. Aleksandra Rawskiego; konstrukcja ze sklejki i balsy; ciężar własny — 220 G, ciężar całkowity — 1200 G, długość — 400 mm, szerokość — 172 mm, *b* — rekordowy model klasy F1-V10 Kurta Matschulata (NRF); kadłub z laminatu szklanego; silnik chłodzony wodą, z tłumikiem, *c* — rekordowy model klasy F1-V2,5 K. Kühnela (Austria); zwraca uwagę obudowanie silnika

Ogólnie mówiąc, zawodnicy dobrze wytrenowani powinni stosować metodę dynamiczną — *1*, mniej wprawni — *3* i *5*, a najmniej przygotowani — *2* i *4*. Przy silnym wietrze i fali najkorzystniejsze są metody: *1*, *2* i *5*.

Również tutaj sterujemy jedynie muśnięciami przycisków w manipulatorze, a modele muszą bardzo dobrze utrzymywać kierunek. Dodajmy jeszcze, że igła zamocowana na dziobie musi być w osi symetrii modelu i wystawać najwyżej 100 mm. Może ona mieć średnicę do 5 mm i być dowolnie zaostrzona na długości maksimum 30 mm. Należy zawsze pamiętać o możliwości wplątania się resztek balonów w śrubę i ster. Występuje to bardzo często przy wadliwym zamocowaniu balonów bez dostatecznego ich obciążenia.

B i e g i m o d e l i ż a g l o w y c h. W tym przypadku niezbędne są pewne wiadomości ogólne z zakresu żeglarstwa. Wprawdzie trasa biegu F5 jest prosta (rys. 3-4*a*), ale wymaga umiejętności posługiwania się sterem i żaglem, zwłaszcza przy zwrotach. Również i tutaj należy jak najmniej używać elementów sterowych, ograniczając się do korekty kursu i niezbędnych manewrów przy zwrotach. Zasadę żaglowania pokazuje rysunek 3-5*d*. Reszta zależy od treningu i modelu. Warto dodać, że wprawny modelarz potrafi wykonać radiomodelem żaglowym cały program biegu figurowego F2 (oczywiście bez manewru wstecznego).

Dużą pomocą jest umieszczenie na szczycie anteny nádajnika lekkiej wstążki barwnej służącej jako wiatrowskaz.

Fala do 50 mm nie jest groźna dla regat radiomodeli żaglowych klasy *DM*.



Rys. 3-7. Bardzo wygodna skrzynka startowa z komorą na nadajnik, narzędzia zapasowe, śruby, świece, baterie oraz środki czyszczące; zwraca też uwagę model ślizgu klasy F1-E500 Andrzeja Łączyńskiego, z lekką podstawką z uchwytami do przenoszenia modelu

Pokazy modeli

Oprócz ewolucji omówionych poprzednio redukcyjnych radiomodeli wieloczynnościowych możliwe są różne efektowne pokazy modeli prostszych. Przykładem tego jest rysunek 3-5*b* przedstawiający mecz piłki wodnej. Liczba modeli 2÷6; odbiorniki — oczywiście superheterodynowe. Piłka — balon gumowy lub plastykowy, a każdy model jest wyposażony w widełki na dziobie służące do prowadzenia piłki do bramki przeciwnika. Mecz trwa 5...10 minut.

Budowa trasy (rys. 3-4*b, d*)

Do wykonania przenośnej trasy dla radiomodeli pływających potrzebne są: 19 zaczepów sprężystych, tzw. karabinków, o długości 20 mm, 18 kółek do kluczy lub firanek (⌀ 15 mm), 15 boi oraz około 180 m żyłki nylonowej (stylonowej, perlonowej, orlonowej itp.) ⌀ 1 mm.

Boje mogą być blaszane, zlutowane z 2 pustych jednolitrowych puszek od oleju samochodowego. Górna puszka musi być szczelna, dolna — podziurkowana, aby się łatwo zatapiała. Inny sposób, to boje ze styropianu (60×60×250 mm), przewleczone i zamocowane do drutu ⌀ 3×500 mm. Na dolnym końcu drutu (lub na dnie boi blaszanej) umieszczamy karabinek oraz około 80 G obciążenia (ołów, stare żelastwo).



Rys. 3-8. Regulacja pracującego silnika przed startem

trzymając model w jednej ręce, a śrubę regulacji stopnia sprężania silnika w drugiej — zanurzamy z wolna śrubę modelu w wodzie, zmniejszając najczęściej stopień sprężania (odkręcamy nieco śrubę regulacji); gdy silnik pracuje pewnie ze śrubą zanurzoną, regulujemy gaźnik w celu uzyskania potrzebnej prędkości obrotów; w silnikach z zapłonem żarowym w zasadzie nie regulujemy już gaźnika po zanurzeniu śruby w wodzie; zatrzymujemy silnik najlepiej poprzez szybkie zahamowanie koła zamachowego (inne sposoby naruszają najczęściej ustaloną regulację silnika)

Następnie przygotowuje się linki łączące: 3 razy po 30 m, 2 razy po 20 m, 1 raz po 36 m i jeden odcinek do zakotwiczenia trójkąta trasy na przeciwległym brzegu lub kołku wbitym w dno. Na końcach trzech 30-metrowych odcinków, w odległości 50 cm od środka mocujemy kółka. Oba odcinki 20-metrowe (od strony pomostu startowego) i tylny odcinek kotwiczący zaopatrujemy na każdym końcu w karabinki. W odległości 2 m od karabinków mocujemy na każdej lince po jednym kółku. Odcinek 36-metrowy otrzymuje na jednym końcu karabinek, a w odległościach od niego: 14,25 m, a następnie 2 razy po 3 m — po jednym kółku (razem 3).

Montaż trasy polega na połączeniu karabinków z kółkami. Układanie trasy na wodzie zaczynamy od tylnego odcinka, który kotwiczymy np. na drugim brzegu. Jednocześnie zawieszamy boje na kółkach i przedłużamy odcinek kotwiczący 36-metrową linką do pomostu startowego. Teraz rozkładamy boki trójkąta i zawieszamy pozostałe boje. Całość mocujemy

20-metrowymi linkami do naszego brzegu, tak aby podstawa trójkąta przebiegała 10 m od pomostu startowego. Wszystkie linki rozpinające muszą być tak zanurzone, aby nie zaczepiały o śruby modeli.

Tablica 3-1

Międzynarodowe rekordy radiomodeli pływających

NAVIGA

Stan na dzień 1 stycznia 1968 r.

Modele	Klasa	Czas w s	Zawodnik	Data
z napędem elektrycznym	F1-E30	50,9	D. Mertins NRF	6.8.1967
	F1-E500	28,6	C. Bordier Francja	
z napędem spalinowym	F1-V2,5	24,3	K. Gondert NRF	
	F1-V5	24,6	A. Reichert NRF	
	F1-V10	18,8	K. Matschulat NRF	

Międzynarodowe klasy sportowe radiomodeli pływających NAVIGA

F — Modele pływające kierowane zdalnie.

F1 — Modele prędkościowe z napędem śrubą wodną. Modele o dowolnym kształcie, lecz nie mogą być wyposażone w płaty nośne, które w czasie spoczynku lub ruchu znajdują się częściowo albo całkowicie powyżej powierzchni wody.

F1-E30. Modele z napędem elektrycznym o mocy silnika do 30 W włącznie.

F1-E500. Modele z napędem elektrycznym o mocy silnika powyżej 30 W (moc nieograniczona).

F1-V2,5. Modele z napędem silnikami spalinowymi o pojemności skokowej cylindra do 2,5 cm^3.

F1-V5. Modele z napędem silnikami spalinowymi o pojemności skokowej cylindra do 5 cm^3.

F1-V10. Modele z napędem silnikami spalinowymi o pojemności skokowej cylindra do 10 cm^3.

Pomiaru mocy elektrycznego silnika napędowego dokonuje się w modelu nieruchomym ze śrubą pracującą zanurzoną w wodzie, czyli pod obciążeniem. Biegi są rozgrywane na trasie trójkątnej o długości około 200 m. Bieg może być rozpoczęty ze startu lotnego. Kierunek wykonania okrążeń — dowolny. Model musi ominąć 3 boje wierzchołkowe po ich

zewnętrznej stronie. Zderzenie z boją nie jest uważane za błąd. Pomiędzy bojami wierzchołkowymi model może wchodzić do wnętrza trójkąta. W każdym starcie zawodnik ma prawo wykonać 2 biegi, lecz bez dobijania do pomostu. Liczy się wynik najlepszego biegu. Trasa biegu F1 — na rysunku 3-4.

F2 — Modele redukcyjne konkretnych jednostek pływających wykonane w podziałce: 1:200, 1:150, 1:100, 1:75, 1:50, 1:25, 1:20, 1:15 1:10, 1:5 lub w podziałce calowej (1:33, 1:66). Wygląd zewnętrzny modelu musi odpowiadać danej jednostce pływającej, tak pod względem kształtu, barwy, zewnętrznych elementów napędowych itp. Dopuszczalne są zmiany kształtu, a nawet liczby śrub wodnych.

F2A. Modele o długości całkowitej do 1 m.
F2B. Modele o długości całkowitej od 1 do 1,5 m.
F2C. Modele o długości całkowitej od 1,5 do 2,5 m.

Punktacja modeli składa się z oceny jakości wykonania (maksimum 100 punktów) i z oceny manewru na wodzie (maksimum 100 punktów). Trasa biegu F2 — na rysunku 3-4. Należy dodać, że do 1966 r. obowiązywała trasa F2 bez biegu wstecznego. Maksymalny czas przeznaczony na wykonanie 1 biegu — 300 s. Za szybsze wykonanie biegu — dolicza się 1 punkt za każde 5 s. Za wolniejsze wykonanie biegu — odlicza się 1 punkt za każde 5 s. Wynik jest sumą punktów z 2 lub 3 biegów. Za zetknięcie się z boją odlicza się punkty karne. Modelarz może dwukrotnie próbować trafić do bramki, jeśli w pierwszej próbie model nie minął linii tej bramki.

F3 — Modele dowolne przeznaczone do biegów figurowych.

F3-E. Modele z napędem elektrycznym (moc dowolna).
F3-V. Modele z napędem spalinowym (silniki dowolne o pojemności skokowej cylindra do 10 cm³).

Modele muszą przebyć trasę F3 pokazaną na rys. 3-4. Dla klasy F3-E czas biegu nie może przekroczyć 150 s. Maksymalna liczba punktów — 120. Za szybsze wykonanie biegu — dolicza się 1 punkt za każde 5 s. Za wolniejsze wykonanie biegu — odlicza się 1 punkt za każde 5 s. Wynik jest sumą punktów z 2 lub 3 biegów. Za zetknięcie się z boją odlicza się punkty karne. Modelarz może dwukrotnie próbować trafić do bramki, jeśli w pierwszej próbie model nie minął linii tej bramki.

F4 — Modele dowolne (napęd także dowolny) przeznaczone do polowania na baloniki.

Modele są wyposażone w nieruchomą igłę umieszczoną na dziobie, w osi modelu. Igła o maksymalnej średnicy 5 mm może wystawać przed dziobem najwyżej 100 mm. Sposób zaostrzenia igły — dowolny. Zadanie polega na kolejnym zniszczeniu jak największej liczby baloników o średnicy minimum 200 mm rozmieszczonych jak to pokazuje rys. 3-4. Czas biegu — 180 s. W przypadku zniszczenia 10 baloników przed upływem 180 s notuje się czas trafienia ostatniego balonika. Balonik trafiony nie kolejnie odlicza się od sumy baloników zniszczonych w danym biegu. Liczy się wynik najlepszego biegu.

F5 — Modele jachtów żaglowych.

Mogą startować jachty klasy *DM* (długość całkowita modelu — 1270 ± 6 mm, powierzchnia żagli bez spinakera — do 5160 cm²) oraz

klasy *DX* (kształt i konstrukcja — dowolna, ograniczona jedynie całkowita powierzchnia żagli, która nie może przekroczyć 5000 cm²; powierzchnia spinakera — do 5000 cm²; mogą to być katamarany, jachty z pływakami bocznymi, mieczami itp.).

Bieg jest rozgrywany na trasie pokazanej na rys. 3-4. Dotknięcie boi przez model nie jest uważane za błąd. Trasa musi być opłynięta ze strony prawej ku lewej. Za wejście modelu do środka trójkąta dolicza się każdorazowo 5 punktów karnych. Wynik jest średnią z 3 biegów. Decyduje przede wszystkim prędkość modelu.

F6 — Modele wykonujące zespołowo manewry dowolne według programu przedłożonego przed startem komisji sędziowskiej. Czas wykonania wszystkich manewrów ograniczony do 10 min.

F7 — Model wykonujący pojedynczo manewry dowolne według programu przedłożonego przed startem komisji sędziowskiej. Czas wykonania wszystkich manewrów ograniczony do 10 min.

Czas przygotowania do startu. Czas ten mierzony od chwili wywołania zawodnika wynosi: dla modeli z napędem elektrycznym — 2 min, dla modeli z napędem spalinowym — 4 min, dla modeli żaglowych — 4 min.

Modele. Modele muszą być wykonane przez zawodnika lub przez zespół (startuje tylko jedna osoba). Przy budowie można korzystać z gotowych elementów produkcji fabrycznej, jak kadłuby, żagle, okucia, balast, urządzenia sterowe, aparatura kierująca, napęd, wszelkie drobne wyposażenie itp.

Biegi parami. W ostatnim czasie zaczęto rozgrywać wyścigi 2...5 modeli prędkościowych z napędem lub modeli żaglowych po trasie trójkątnej (Europa) albo eliptycznej (USA). Modele mogą zbliżać się do siebie na odległość minimum 0,5 m. Dokładne przepisy nie są jeszcze ustalone.

Rekordy Europy. Rekordy są ustanawiane tylko w poszczególnych klasach F1. Muszą one być ustanawiane na zawodach międzynarodowych przy udziale zespołu minimum 6 sędziów. Pomiar prędkości z dokładnością minimum 0,1 s.

Sędziowanie. Zawody radiomodeli muszą być oceniane przez zespół minimum 3 sędziów. Czasy biegów są mierzone przez minimum 3 sekundomierze z dokładnością do 0,2 s. Wynik powinien być wypośrodkowany z dokładnością do 0,1 s. Odrzuca się wyniki, które wykazują różnicę większą niż 0,3 s. Podczas rozgrywek klasy F4 trafione baloniki są głośno liczone przez sędziego, a upływ czasu jest podawany zawodnikowi w odstępach jednominutowych.

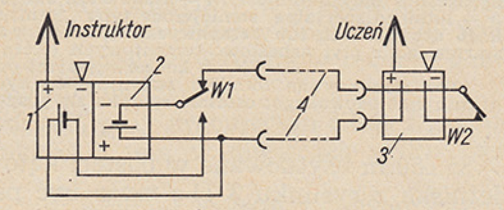
3.3. Pilotaż modeli latających

Jest to najbardziej złożone, ale jednocześnie najefektowniejsze pilotowanie radiomodeli. Do wszelkich trudności dochodzi tutaj jeszcze czynnik przypadkowości, ponieważ nigdy nie ma 100% pewności pomyślnego sprowadzenia modelu na ziemię. Szczególną rolę odgrywa właściwa regulacja modelu oraz wprawa zawodnika.

Ciekawe są wypowiedzi czołowych zawodników świata (E. Kazmirski, B. Dunham, R. Brooke, C. Weirick, G. Nelson, C. Teuwen i F. Bosch) na temat: co i w jakim stopniu decyduje w akrobacji radiomodelarskiej? Według tej oceny sukces zależy: w 10...25% od modelu, w 10...25% od

Rys. 3-9. Poduszkowce

a — zasada kierowania dyszami strumieniowymi (zakręt w prawo): *1* — prosto (NEUTRUM), *2* — ciągły sygnał w PRAWO, *3* — gdy model obróci się o 67,5° w prawo, dać sygnał w LEWO, *4* — gdy model obróci się 135° w prawo, dajemy NEUTRUM, *5* — sygnał w LEWO, model zaczyna się obracać, *6* — ciągły sygnał w PRAWO, *7* — prosto (NEUTRUM), *b* — strumieniowe dysze kierujące, *c* — odmiana strumieniowych dysz kierujących (mogą być obsługiwane nawet w prostym 1-kanałowym systemie kierowania proporcjonalnego z częstotliwością do 5 Hz), *d* — zastosowanie silników zewnętrznych ze śmigłami do kierowania i napędu (większa prędkość i zwrotność modelu niż w przypadku rozwiązania z rys. c), *e* — model w ślizgu podczas zakrętu (do rys. d): *1* — poduszka powietrzna, *f* — trasa zawodów dla poduszkowców; startują one pod górę (wzniesienie o nachyleniu ok. 1:100); warto dodać, że modele zawodnicze powinny mieć raczej kształt prostokątny o stosunku długości do szerokości, jak 3:2, zapewni to lepszą stateczność i zwrotność



Rys. 3-10. Instruktor i uczeń

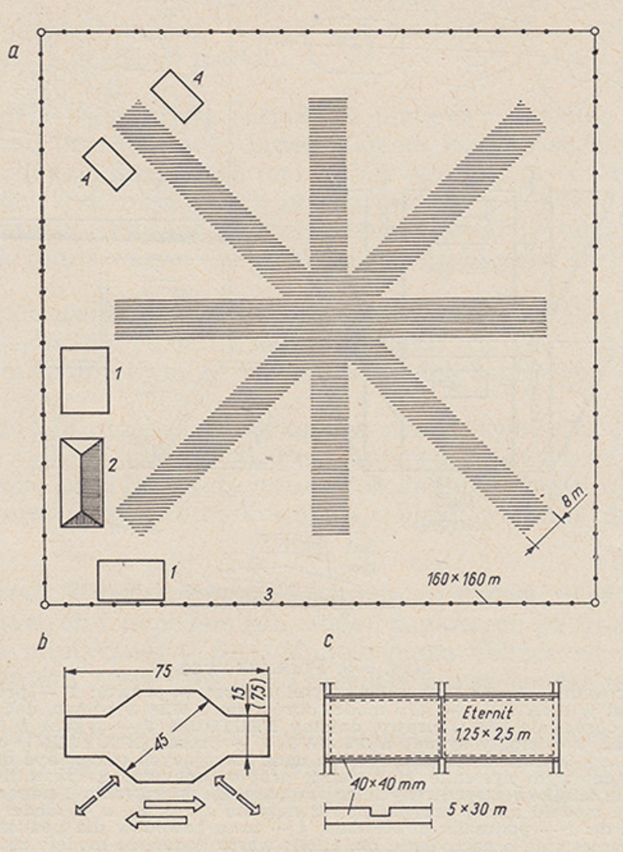
1 — nadajnik instruktora, *2* — dodatkowe źródło zasilania nadajnika ucznia, *3* — nadajnik ucznia, *4* — przewody łączące (1,5...3 m), *W1* — wyłącznik nadajnika ucznia obsługiwany przez instruktora, *W2* — wyłącznik obsługiwany przez ucznia

aparatury kierującej oraz w 50...80% od zawodnika-pilota. Zawodnicy europejscy wyżej oceniają znaczenie aparatury i modelu, amerykańscy zaś zalety pilota.

Bardzo pomocne w nauce pilotażu jest urządzenie dwusterowe (rys. 3-10) umożliwiające loty pod kontrolą doświadczonego radiomodelarza-instruktora. Skraca to okres nauki i chroni model.

Teren do lotów radiomodeli powinien mieć wymiary przynajmniej 75...100×200...300 m. Lotnisko dla modeli z napędem powinno mieć pas lub krąg startowy o twardej nawierzchni (rys. 3-11*a*). Wystarczy także nisko strzyżony pas trawiasty.

Typowe lotniska radiomodelarskie pokazane są na rysunku 3-11. Zdarzają się też lotniska o nawierzchni twardej z dwoma pasami 2,5...7,5×



Rys. 3-11. Lotniska radiomodelarskie

a — lotnisko specjalne, stałe: *1* — ukrycia (rowy), *2* — namiot kierownika lotniska, *3* — niskie ogrodzenie dla publiczności, *4* — stanowisko startowe przenoszone zależnie od kierunku wiatru; *b* — lotnisko specjalne, zmniejszone typu „lotniskowiec" (może być z płyt ułożonych na słupkach drewnianych lub betonowych wysokości 0,3...0,6 m), *c* — konstrukcja przenośnego pasa startowego z płyt azbestowo-cementowych (eternit) na ruszcie drewnianym nasyconym środkiem konserwującym; połączenia na wkręty.

Pas startowy na lotnisku stałym może być: asfaltowy, betonowy lub z walcowanego gruntu stabilizowanego; ostatnio spotyka się pasy trawiaste, nisko i równo strzyżone

×35...60 m usytuowane w postaci kątownika (4 kierunki startu). Odmianą lotniska z rysunku 3-11*c* może być pas z dwóch płyt azbestowo-cementowych np. 0,9×2,4 m grubości 7,5 cm ułożonych w łożu wiatru na podkładach drewnianych 5×15 lub 7,5×30 cm, które zakopujemy na płasko w ziemi. Płyty przybija się gwoździami, a tak utworzony pas startowy obsypuje z boków ziemią.

Należy bezwzględnie odsuwać publiczność na bezpieczną odległość rzędu 25...50 m od pasa startowego i nigdy nie latać nad głowami widzów. Były już wypadki zranień przez spadający model.

Ciężki, latający z dużą prędkością radiomodel stanowi poważne niebezpieczeństwo dla postronnych widzów. Dlatego też należy zawsze o tym pamiętać wybierając miejsce do lotów.

Drugie niebezpieczeństwo, grożące również nam, to możliwość urwania się łopaty śmigła, czemu sprzyjają ciągłe zmiany prędkości obrotowej regulowanego silnika. Pamiętajmy: nikt nie może stać blisko, z boku płaszczyzny wirującego śmigła. Śmigła plastykowe, które z czasem tracą elastyczność, należy okresowo regenerować w gorącej wodzie. Podkładki z nacięciami, które dociskają śmigło, też nieraz powodują naruszenie struktury wytrzymałościowej śmigła i jego rozerwanie się. Dlatego też nacięcia te powinny być wygładzone w miejscach styku ze śmigłem. Od przodu — podkładka gładka. Przed mimowolnym odkręceniem się śmigła zabezpiecza kołpak. W niektórych krajach jest to niezbędny warunek dopuszczenia do lotów.

Dużą pomocą na starcie służy rozrusznik elektryczny. Do rozruchu silników do 2,5 cm^3 wystarczy silnik elektryczny prądu stałego 6 V wzięty od nagrzewnicy samochodowej, uzupełniony uchwytem i wyłącznikiem. Jako wyłącznik może służyć zwykły mikrowyłącznik 5 A/220 V, który wytrzymuje krótkotrwałe przeciążenie prądem 15...20 A. Przewód zasilający łączący silnik z akumulatorem samochodowym — czterożyłowy (4×4 mm^2). Element dociskany wytoczony z twardej gumy, z uskokami dla różnych kołpaków i śmigieł.

Przed rozruchem dobrze jest wstrzyknąć kilka kropel paliwa w gaźnik lub kanał wydechowy silnika. W silnikach z zapłonem żarowym pomaga wtrysk czystego nitrometanu w kanał wydechowy przed załączeniem zasilania świecy. Rozrusznik rozwija 6000 obr/min. Dla silników o większej pojemności trzeba zastosować mocniejszy silnik elektryczny lub rozwiązanie z rysunku 3-12 c.

Do holowania modeli szybowców stosuje się coraz częściej wyciągarki elektryczne przekształcone ze starych rozruszników samochodowych.

Każdy radiomodel musi być wyposażony w „wizytówkę" — nalepkę z adresem modelarza. Ileż to modeli zaginęło tylko dlatego, że znalazcy nie wiedzieli komu je zwrócić! Dobrze też jest dodać wzmiankę o nagrodzie dla znalazcy.

Podczas pierwszych lotów czas pracy silnika nie powinien przekraczać 1,5...2 minut. Najlepiej ograniczyć ilość paliwa (w modelach wieloczynnościowych trzeba nieraz zastosować dodatkowy mały zbiornik).

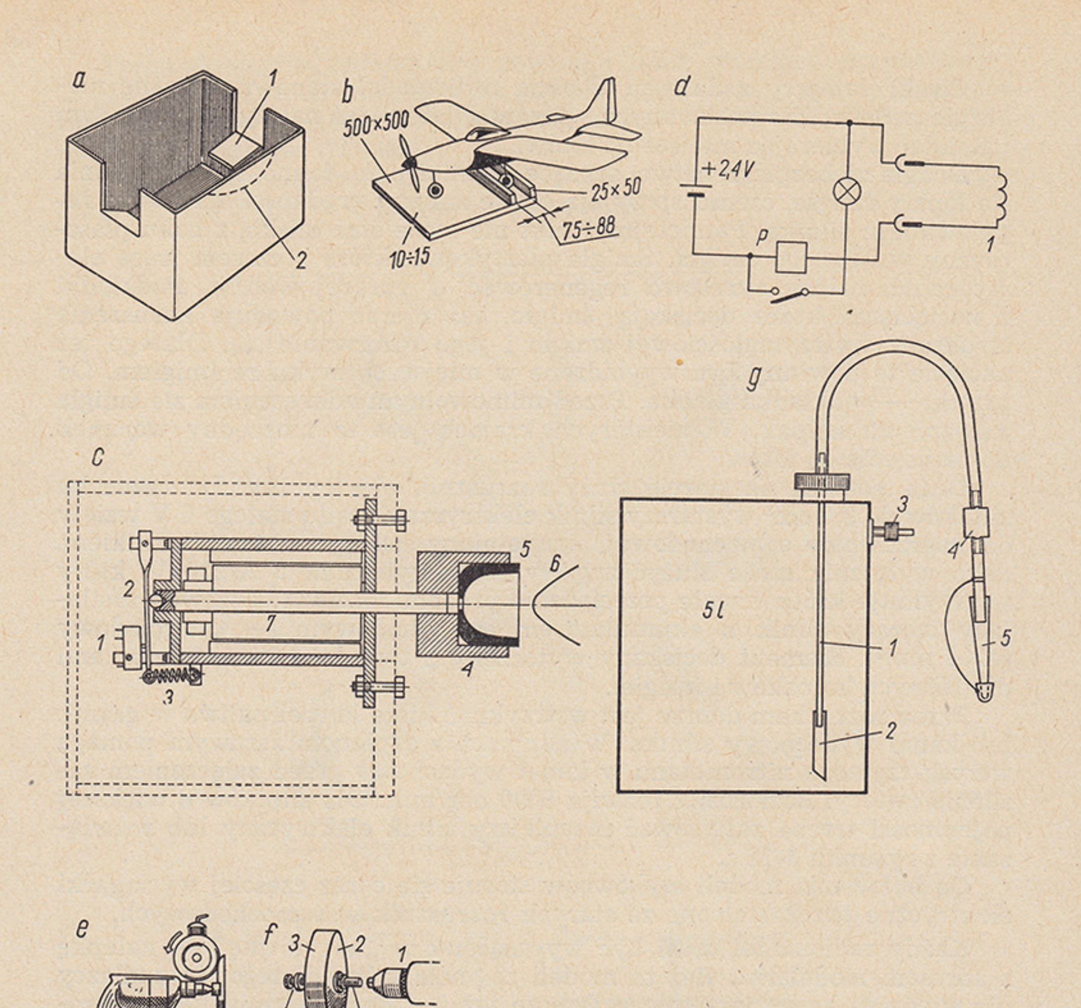
W celu ułatwienia kontroli wyważenia wiercimy w środku ciężkości, w kadłubie, otwór $\varnothing$ 3 mm, przez który przewlekamy drut służący nam jako oś wyważenia. Oczywiście, sprawdzamy wyważenie w modelu gotowym do lotu, ze skrzydłami i wyposażeniem.

Jeśli płat i statecznik poziomy drgają przy pracującym silniku, trzeba dać podkładki z mikrogumy szerokości 3 mm w miejscach styku tych części z kadłubem modelu.

Prosta zasada kierowania: nadajnik trzymać zawsze zwrócony płaską stroną czołową w kierunku modelu i obracać się za nim.

Warto zapamiętać, że w locie odwróconym ster kierunku i ster wysokości działają odwrotnie; natomiast działanie lotek i regulatora silnika — pozostaje bez zmian.

Startujemy i lądujemy z reguły pod wiatr. Należy zapamiętać, że radiomodele latające pilotuje się *tylko* bardzo krótkimi impulsami. Sygnały ciągłe, to wyłącznie sygnały alarmowe.



Rys. 3-12. Wyposażenie startowe

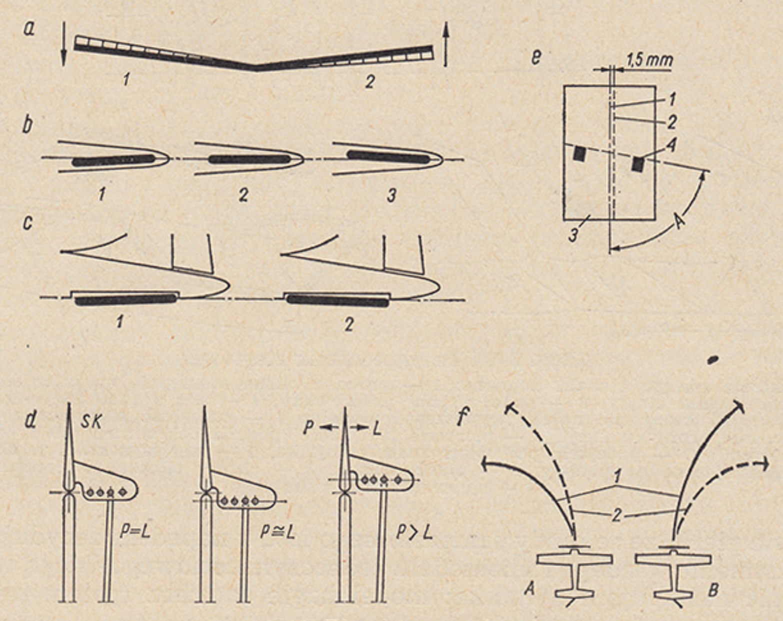
a — stanowisko przygotowawcze z pudła kartonowego: *1* — wycięcia na kadłub, *2* — wycięcia na skrzydła, *b* — stanowisko do prób silnika, *c* — rozrusznik elektryczny: *1* — mikrowyłącznik (nawet 6A/220V), *2* — popychacz mikrowyłącznika, *3* — sprężyna (napięcie wstępne — 1...2 kG; dla silników 8...10 cm³ — 5 kG), *4* — uchwyt metalowy (stal lub dural) wciśnięty na wał, *5* — wkładka gumowa (wciśnięta w *4* lub wklejona), *6* — osłona piasty śmigła w modelu; silnik elektryczny — 6...12 V (25...40 A i 3000...4000 obr/min); przebieg rozruchu: dociska się model osłoną piasty śmigła do rozrusznika, załącza akumulator świecy żarowej i zamyka na moment palcem wlot gaźnika; wycofujemy model z chwilą usłyszenia pracy silnika, *d* — akumulator lotniskowy do rozruchu silników z zapłonem żarowym: *1* — świeca żarowa w modelu, *P* — przekaźnik z cewką 50...100 zw. DNE o przekroju 1 mm²; powinien rozpocząć pracę przy prądzie 2,5 A (żarówka kontrolna lub sygnał dźwiękowy świadczą o żarzeniu się świecy); napięcie zasilające świecę musi mieć wielkość znamionową (zwykle 1,5...2 V), w razie potrzeby w szereg z przekaźnikiem włączamy opornik redukcyjny, *e* — rozrusznik do kół zamachowych lub radiomodeli kołowych: *1* — mała wiertarka 6...12 V, *2* — tarcza wyłożona szorstką gumą, *f* — to samo, lecz uproszczone: *1* — wiertarka, *2* — tarcza gumowa, *3* — dętka samochodowa przyklejona do *2*, *g* — stacja paliwowa z 5 l butlą z plastyku lub metalu: *1* — rurka mosiężna sięgająca niemal dna, *2* — rurka z plastyku, *3* — wentyl rowerowy (do którego dołącza się gruszkę gumową), *4* — filtr paliwa, *5* — napełniacz zbiornika w modelu z osłoną (kapturkiem); przed napełnianiem zbiornika modelu należy energicznie napompować gruszką gumową dużą butlę w celu uzyskania w niej ciśnienia; nieraz butlę z paliwem i akumulator, a nawet rozrusznik łączy się w jeden zespół przenośny

3.3.1. Regulacja modeli szybowców

Model wyważamy ciężarowo i aerodynamicznie, aby był lekko przeciążony na nos. Pierwsze loty wykonujemy z ręki, z włączoną aparaturą kierującą. Model musi sam lecieć prosto i wykonywać jednakowe zakręty w lewo i w prawo pod wpływem wychyleń steru. Promień zakrętu powinien być możliwie mały, ale nie grozić wejściem modelu w spiralę. Należy przewidzieć możliwość dodania balastu z ołowiu w środku ciężkości modelu, niezbędnego do lotów przy silnym wietrze. Dla modeli o rozpiętości 2,2...3 m należy przygotować trzy takie płytki ołowiowe: 0,25, 0,5 i 1 kG. Muszą one mieć bardzo pewne zamocowanie w modelu, zwłaszcza od czoła. Stery powinny samoczynnie wracać do neutrum, natychmiast lub z opóźnieniem 0,4...0,7 s. W drugim przypadku figury są wykonywane bardziej płynnie, ale pilotaż jest nieco inny, zwłaszcza przy starcie i lądowaniu, gdy potrzebne są natychmiastowe reakcje steru. W tych momentach posługujemy się szybkimi i krótkimi impulsami.

3.3.2. Regulacja modeli jednoczynnościowych z napędem

Modele te są wyposażone w ster kierunku i regulację obrotów silnika. Poprawnie wyregulowany model musi: sam wystartować z ziemi, wznosić się łagodnie do określonej wysokości, lecieć statecznie w locie poziomym, wykonywać wszelkie ewolucje z minimalnym „zawieszaniem się", mieć



Rys. 3-13. Zjawiska regulacyjne

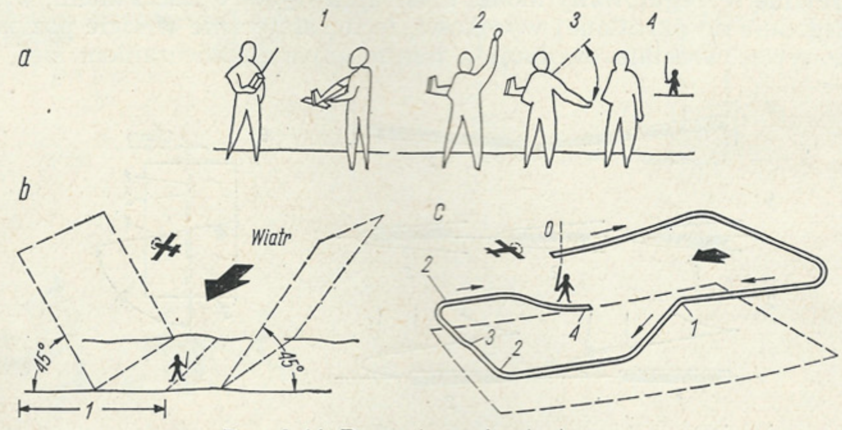
a — płat: *1* — zwichrzenie w górę krawędzi spływu (tylnej) powoduje zakręt w tę stronę (skrzydło opada), *2* — zwichrzenie w dół powoduje zakręt w przeciwną stronę (skrzydło się podnosi), *b* — statecznik pionowy i ster: *1* — zakręt w prawo, *2* — neutrum, *3* — zakręt w lewo, *c* — statecznik poziomy: *1* — kąt ujemny — efekt steru wysokości wychylonego w górę, *2* — kąt dodatni — efekt steru wychylonego w dół, *d* — różnicowe wychylenia steru zależnie od umieszczenia dźwigni popychacza, *e* — regulacja skłonu osi silnika bez potrzeby rozpiłowywania łap silnika, a tylko poprzez podkładki pod tylnymi śrubami mocującymi; gdy kąt A = 45°, każdy 1° skłonu osi w dół daje jednocześnie 1° skłonu w prawo; gdy A = 45° zmiana skłonu osi w dół o 1 daje skłon w prawo o 0,5 ; gdy A = 78° zmiana skłonu osi w dół o 1° daje skłon w prawo o 0,25°; *1* — oś kadłuba, *2* — oś przesunięta, *3* — wręga czołowa w widoku z przodu, *4* — łoże silnika, *f* — efekt skoku śmigła prawoskrętnego: *A* — zakręt w lewo, *B* — zakręt w prawo, *1* — śmigło o dużym skoku, *2* — śmigło o małym skoku

lot ślizgowy płaski i powolny, mieć lądowanie jako przedłużenie lotu ślizgowego — bez podskoków i przewrotów na lotnisku.

Szczególnie stateczne muszą być modele kierowane rozdzielaczami gwiazdowymi lub prostymi mechanizmami typu: jeden impuls w lewo, dwa — w prawo. Jeśli obciążenie jednostkowe płata nie przekracza 45 G/dm², wykonujemy próbne loty ślizgowe z ręki, oczywiście z włączoną aparaturą kierującą. Potem próba zasięgu naziemnego działania aparatury. Zasięg ten powinien wynosić 250...500 m lub więcej. Następnie sprawdzamy działanie regulacji silnika oraz napięcie baterii mechanizmu wykonawczego lub nakręcenie napędu gumowego rozdzielacza.

Pierwsze loty z napędem wykonujemy po starcie z ręki. Najlepiej, gdy przy nadajniku będzie doświadczony radiomodelarz. Jeśli możemy liczyć tylko na własne siły postępujemy w sposób opisany.

Ujmujemy w jedną rękę nadajnik, w drugą model z pracującym silnikiem i trzymając go wysoko nad głową biegniemy jak najszybciej pod wiatr. Nie wypychajmy modelu! Musi on niemal sam oderwać się od ręki, choćbyśmy mieli biec 100 m. Uważajmy też, aby model nie zaczepił o antenę nadajnika, a my o jakiś kamień lub dołek. Natychmiast ujmujemy manipulator nadajnika i obserwujemy lecący model. Ale jeszcze nie kierujemy!



Rys. 3-14. Przygotowania startowe

a — kontrola zasięgu i znaki umowne: *1* — próba z bliska (następnie operator się oddala), *2* — podaj sygnał ciągły, *3* — podaj sygnał przerywany, *4* — bez sygnału; *b* — obszar powietrzny, poza który nie należy wypuszczać modelu: *1* — odległość dostateczna, aby moc dobrze ocenić profil ewolucji, *c* — pierwsze lądowanie (pogoda bez wiatru lub z bardzo słabym wiatrem): *O* — podejście pod wiatr znad nadajnika, *1* — ster wysokości w dół; obroty silnika zmniejszone do połowy, *2* — płaski zakręt, *3* — obroty silnika zmniejszone do 1/4, *4* — lądowanie przy nadajniku

Dwie pierwsze sekundy samodzielnego lotu z napędem decydują o dalszym istnieniu każdego radiomodelu jednoczynnościowego. Mogą wówczas wystąpić następujące zjawiska: model nagle zadziera (potem następuje przeciągnięcie, opuszczenie nosa i zwalenie się na ziemię), model nie chce się wznosić (ląduje twardo, ale niegroźnie), model zaczyną gwałtownie zakręcać, model wykonuje ruchy będące sumą poprzednio wymienionych objawów. Oczywiście, model może też od razu polecieć mniej więcej prawidłowo. Ale powróćmy do gorszych (i częstszych) sytuacji.

Jeśli mamy doświadczenie i refleks możemy jeszcze uratować model zanim z wysokości powyżej 2 m runie na ziemię. Musimy wtedy przeciwdziałać przeciągnięciu przerzucając model jak najszybciej z jednego za-

krętu w drugi. Po uzyskaniu wysokości rzędu 10 m wyłączamy silnik i lądujemy bezpiecznie.

Powody nieudanego lotu: niewłaściwe umieszczenie środka ciężkości (trzeba sprawdzić i poprawić), niewłaściwy, „podłużny" wznios (reguluje się podkładkami pod krawędzią natarcia lub spływu statecznika poziomego; jeśli statecznik jest pod kadłubem: im większa podkładka pod krawędzią spływu — tym potrzebny jest mniejszy skłon osi silnika w dół, im większa podkładka pod krawędzią natarcia — tym potrzebny jest większy skłon osi w dół), za mały skłon w dół osi silnika. W tym ostatnim przypadku stajemy z boku i obserwujemy lot modelu pod wiatr: przy dużych obrotach silnika model powinien się spokojnie wznosić, przy średnich — lecieć poziomo, przy małych — opadać. Regulacja ta jest związana z regulacją „podłużnego" wzniosu; zmiana skłonu osi w dół pociąga najczęściej za sobą potrzebę zmiany kąta nastawienia statecznika poziomego.

Sprawdzamy lot poziomy z dużymi obrotami silnika oraz lot ślizgowy z małymi obrotami i ustalamy położenia pośrednie regulacji. Następnie znów sprawdzamy model w locie. Jeśli wznosi się przy średnich obrotach silnika, a „zawiesza się" w locie ślizgowym (lub przy małych obrotach silnika) — zmniejszamy „podłużny" wznios dając od góry podkładkę pod krawędź spływu statecznika. Lot nurkowy przy średnich obrotach silnika, a „zawieszanie się" w locie ślizgowym — zmniejszamy skłon w dół osi silnika i dajemy od góry podkładkę pod krawędź spływu statecznika poziomego. Lot poziomy przy średnich obrotach silnika, a „zawieszanie się" w locie ślizgowym — regulacja, jak wyżej itd.

Tak więc metodą kolejnych przybliżeń usuwamy usterki i możemy przejść do następnej fazy regulacji.

Wybieramy spokojny dzień z bardzo słabym wiatrem i po rozbiegu wypuszczamy model pod wiatr. Teraz nie grozi nam natychmiastowa katastrofa i możemy spokojniej obserwować lot, notując (w kartotece modelu!) swoje uwagi. Model może lecieć prosto, zakręcać w prawo, zakręcać w lewo, wznosić się zbyt szybko i wpadać w przeciągnięcie, nie wznosić się i lecieć płasko oraz lecieć prosto, łagodnie się wznosić i nie wykazywać przeciągnięcia. O to właśnie nam chodzi!

Znów musimy metodą kolejnych przybliżeń usuwać poszczególne usterki. Ale w żadnym przypadku nie należy jednocześnie wprowadzać dwóch zmian regulacji modelu, lecz — kolejno!

Jeśli ster kierunku stoi w neutrum, a model leci przy tym prosto, świadczy to, że model nie ma skrzywień i zwichrowania skrzydeł, a skłon osi silnika w bok lub jej przesunięcie jest właściwe. W przeciwnym przypadku trzeba regulować model skłonem bocznym osi silnika lub lekkim wychyleniem steru określającym neutrum albo też obu elementami naraz. Zakręty w lewo, przy pełnych i małych obrotach silnika, wymagają skłonu osi w prawo i odwrotnie (patrząc na model z tyłu). Korekta położenia neutrum steru kierunku jest sprawdzana przy różnych warunkach pracy silnika.

Następnie przechodzimy do regulacji podwozia. Model z podwoziem dwukołowym może być kierowany podczas kołowania przez sprzężenie kółka ogonowego ze sterem kierunku. Podwozie trzykołowe nie daje tych możliwości.

Próby rozpoczynamy od umieszczenia osi podwozia dwukołowego na linii krawędzi natarcia płata (sprawdzamy to patrząc z góry na model ustawiony płatem równolegle do ziemi — musimy widzieć połowę kół).

Jeśli przy starcie model przewraca się, należy nieco przesunąć koła do przodu. Trzeba też zwrócić uwagę na prostoliniowość rozbiegu (właściwe ustawienie kół, jednakowa ich twardość oraz nasmarowanie osi).

Próby z podwoziem trzykołowym polegają na dobraniu właściwego kąta pomiędzy powierzchnią płata a ziemią (w zakresie —1°...0°...+1°). Jeśli model wznosi się raptownie po starcie, trzeba ten kąt zwiększyć (przedłużyć goleń przedniego koła). Jeśli zaś model wciąż podskakuje po wylądowaniu, należy kąt ten zmniejszyć.

Jeżeli okaże się, że skrzydła są zwichrowane, korygujemy to klapkami wyważającymi (na skrzydłach) i sprawdzamy działanie steru w locie z dużymi obrotami silnika. Jeśli model zwala się w lewo — regulujemy klapkę na prawym skrzydle i wychylenia steru w lewo, jeśli w prawo — odwrotnie.

Gdy model przy dużych obrotach silnika reaguje zbyt szybko na działanie steru, należy zmniejszyć jego wychylenie i — odwrotnie.

Na tym kończymy regulację radiomodelu jednoczynnościowego z napędem. Jest on gotowy do wszelkich lotów, z akrobacjami włącznie. Cykl regulacyjny wymaga wykonania 5...10 lotów kontrolnych.

3.3.3. Regulacja modeli wieloczynnościowych z napędem

Zaczynamy od przygotowań naziemnych poprzedzających pierwszy lot. Musimy sprawdzić położenie środka ciężkości (w pionie i poziomie) oraz niezawodność działania aparatury kierującej. Wszystkie elementy sterowe muszą się znajdować w neutrum. Pamiętajmy, że przy wielkich prędkościach lotu nawet niewielkie zwichrowanie może spowodować obrót wokół osi podłużnej modelu, chociaż nie jest to groźne w locie z małą prędkością. Model musi mieć prosty rozbieg, a płat w przypadku podwozia trzykołowego — ustawiony nieco ujemnie względem ziemi. Szczególnie dokładnie trzeba sprawdzić działanie wyważenia statecznika poziomego, a jeszcze lepiej nie korzystać z tego podczas pierwszego lotu, jeśli jesteśmy początkującymi pilotami akrobacyjnymi. Wszystkie stery i napędy (np. popychacze) muszą działać bez zacięć i być sztywne.

Pierwszy lot. Przede wszystkim przygotowujemy kartotekę modelu (tablica 3-2), w której będziemy nanosili swoje uwagi. Tylko tą drogą można samodzielnie dojść do dobrych wyników. Później, gdy nauczymy się dobrze latać, doświadczenie zastąpi obecne rozważania. Mamy do zapamiętania trzy sprawy: nigdy nie wprowadzać na raz więcej niż jednej zmiany w regulacji modelu, w razie jakichkolwiek niejasności natychmiast wyłączać silnik napędowy oraz pamiętać, że nic nie zastąpi dostatecznej wysokości.

Start. Model nabiera prędkości na rozbiegu, po czym delikatnie wychylamy ster wysokości w górę. Model powinien płynnie i łagodnie oderwać się od ziemi. Obserwujemy start bez żadnych interwencji, chyba że wystąpiłaby jakaś sytuacja groźna dla modelu. Nabieramy wysokości, ustawiamy model nad głową pod wiatr i obserwujemy jak się zachowuje bez sygnałów kierowania. Jeśli leci prosto — doskonale, jeśli zaś skręca w lewo lub w prawo, wyrównujemy lot regulując na ziemi tylko lotki. Gdy model jest na ziemi sprawdzamy przy okazji jeszcze raz całość i zaznaczamy położenie statecznika poziomego (powinno być w pobliżu 0°).

Znów startujemy, ustawiamy model z wiatrem i w chwili, gdy jest

Tablica 3-2

Tablica regulacji — model ....

Regulacja — Lot:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kontrola
Ster kierunku	×	×									Zakręt w prawo
											Zakręt w lewo
			×		×	×	×			×	Poprawnie
Skłon boczny osi silnika											Zakręt w prawo
											Zakręt w lewo
										×	Poprawnie
Skłon w dół osi silnika											Wznoszenie
				×							Opadanie
					×			×		×	Poprawnie
Wznios podłużny											Dodatni
					×	×					Ujemny
										×	Zerowy
Start i lądowanie											Uderzenie (podskok)
						×					Przeciągnięcie
										×	Poprawnie
Lot odwrócony											Wznoszenie
											Opadanie
										×	Poprawnie
											Zakręt w prawo
											Zakręt w lewo
										×	Poprawnie
Sprawdzenie skłonu bocznego osi silnika (lot zwykły i odwrócony)						×					Zakręt w lewo
											Zakręt w prawo
										×	Poprawnie
Pętla wewnętrzna								×	×		Za mała
											Za duża
							×				Z wyślizgiem
										×	Poprawnie
Pętla zewnętrzna											Za duża
											Za mała
							×				Z wyślizgiem
									×	×	Poprawnie
Ósemka stojąca											Za duża u dołu
											Za mała u dołu
										×	Poprawnie

Regulacja — Lot:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kontrola
Beczki									×		Zakręcanie
									×		Za szybkie
											Za ciasne
										×	Poprawnie

Uwagi .... Naprawy ....

przed nami dajemy pełny gaz, wyłączając go, kiedy model przeleci nad naszymi głowami. Nie wysyłamy przy tym żadnych innych sygnałów. Powtarzamy tę próbę przelotu kilka razy i notujemy zachowanie się modelu. Jeśli model leci prosto — świetnie, jeśli skręca — trzeba regulować skłonem bocznym osi silnika (model zakręca w lewo — zmniejszamy skłon boczny, zakręca w prawo — zwiększamy skłon boczny). Po każdej regulacji dokonujemy korekty lotek, aby uzyskać lot prosty przy pełnym gazie.

Następnie regulujemy statecznik poziomy. Model powinien lecieć poziomo ze statecznikiem ustawionym na zerze. Muśnięcie trymera (wyważenia wysokości) *w górę* ma spowodować łagodne wznoszenie się modelu.

Jeśli model startuje z ziemi mając statecznik poziomy ustawiony na 0°, znaczy to, że albo środek ciężkości jest niewłaściwie umieszczony, albo „podłużny wznios" nie jest zgodny z projektem, albo też linia ciągu jest skierowana w górę lub w dół.

Po wzniesieniu się modelu na 30...40 m ustawiamy go za pomocą trymera wysokości do lotu poziomego i gdy przelatuje obok nas, dajemy na chwilę pełny gaz. Próbę tę powtarzamy kilka razy w danym locie. Jeśli model leci poziomo powoli tracąc wysokość — wszystko w porządku, jeśli jednak zadziera nos lub przechodzi w lot nurkowy — trzeba regulować skłon osi silnika w dół. Gdy model zadziera — zmniejszamy skłon osi w dół dodając podkładki pod przednie śruby mocujące silnik do łoża w modelu, kiedy nurkuje — zwiększamy skłon osi silnika w dół. Dobrze wyregulowany model powinien lecieć poziomo bez względu na obroty silnika i prędkość lotu.

Po wylądowaniu sprawdzamy ustawienie statecznika poziomego. Jeśli jest on na zerze — doskonale! Jeśli na kącie dodatnim — znaczy to, że przy ustawieniu na 0° model będzie nurkował. Trzeba więc dodać podkładkę pod krawędź spływu płata w dolnopłatowcu lub pod krawędź natarcia — w grzbietopłatowcu (chodzi o zwiększenie kąta nastawienia skrzydeł). Gdy statecznik okaże się na kącie ujemnym, oznacza to, że przy ustawieniu go na 0° model będzie się wznosił. Trzeba więc zmniejszyć kąt nastawienia płata. W ten sposób uzyskujemy w końcu lot poziomy modelu w pełnym zakresie obrotów jego silnika. Wówczas lekkie muśnięcie trymera wysokości *w górę* spowoduje łagodne wznoszenie się modelu.

Powracamy teraz znów do startu i lądowania. Jeśli mamy podwozie trzykołowe może się okazać, że model podskakuje przy lądowaniu, nie chce się oderwać od ziemi albo po oderwaniu gwałtownie się wznosi, ma miękki rozbieg i odrywa się łagodnie jedynie przy muśnięciu trymera wysokości *w górę*. Ten ostatni przypadek oznacza poprawną regulację.

Gdy model podskakuje przy lądowaniu — trzeba skrócić długość przedniego podwozia, jeśli zaś nie chce się oderwać lub gwałtownie się

wznosi — przedłużyć podwozie przednie. Tak postępujemy aż uzyskamy poprawne starty przy użyciu tylko trymera wysokości i łagodne wznoszenie do chwili powrotu trymera do neutrum, a następnie przejście modelu do lotu poziomego.

Na tym kończymy regulację radiomodelu wieloczynnościowego z napędem. Jest on gotowy do rozpoczęcia lotów akrobacyjnych (gdzie znów nas czeka regulacja, tym razem bardziej subtelna). Omówiony dotychczas cykl regulacyjny wymaga wykonania 5...20 lotów kontrolnych.

Średnio po 20 lotach opanowuje się technikę pilotażu modeli latających kierowanych proporcjonalnie.

W praktyce stosuje się zasadę regulacji modeli akrobacyjnych w zakresie 0...2,5°. Dotyczy to: skłonu osi silnika w bok i w dół oraz wychyleń trymera steru wysokości w górę i w dół. Jeśli nie uda nam się poprawnie wyregulować modelu w tym zakresie wychyleń, świadczy to, że jest jakiś błąd w projekcie konstrukcyjnym modelu lub jego wyważeniu. Trzeba to sprawdzić.

Do nauki akrobacji należy model wyważyć nieco „ciężki na ogon” i 0°—0° (lub bardzo małe różnice kątowe płata i statecznika). Inaczej model będzie za „nerwowy”.

Jeśli silnik zatrzyma się w locie odwróconym, należy wprowadzić model w pętlę w dół (ster wysokości w górę); większość modeli nie chce bowiem ze ślizgu w położeniu odwróconym przejść półbeczką do lotu normalnego.

Płat musi być idealnie równy (zwichrowany ułatwia tylko korkociąg). Najlepszą próbę stanowi pętla — zwykła i odwrócona. Od razu się okaże, czy model ma skrzywienie, bo przy zmianach prędkości ujawni się zakręt. Niewielkie nieprawidłowości ujawnione w locie szybkim usuwamy przez niewielki skos płata (lub tylko jednego ze skrzydeł). Wyrównywanie tych usterek lotkami daje wyniki tylko w locie prostym. Wówczas lepiej jest wprowadzić stałą korektę — zwichrzenie lotek. Ale jest to tylko najlepsze wyjście ze złej sytuacji.

3.3.4. Typowe przyczyny wypadków radiomodeli latających

Okres budowy modelu

D o b ó r m a t e r i a ł u. Dźwigary skrzydeł i statecznika poziomego za mało wytrzymałe (słoje w listwach sosnowych — rzadkie i krzywe; listwy balsowe — za lekkie i za miękkie). Konstrukcja modelu (zwłaszcza kadłuba) za lekka i za wiotka — przenosi drgania silnika. Konstrukcja tylnej części modelu (za skrzydłami) — zbyt ciężka.

J a k o ś ć b u d o w y. Niedokładne klejenie miejsc połączeń elementów łączonych. Zwichrzenie kadłuba względem płaszczyzny statecznika poziomego lub pionowego. Błędne wklejenie łoża silnikowego (zmiana osi ciągu). Statecznik pionowy i poziomy nie są pod kątem prostym względem siebie.

W y p o s a ż e n i e. Niewłaściwe umieszczenie zbiornika paliwa, źródeł zasilania, odbiornika, wyłączników, mechanizmów wykonawczych i wtyków łączących. Złe zawiasy sterów. Zacinanie się popychaczy i cięgieł sterowych. Zbyt sztywne zamocowanie odbiornika. Zbyt luźne zamocowanie źródeł zasilania.

Okres montażu modelu

Zgodność konstrukcji z projektem. Zwichrzenie stałych powierzchni nośnych i ustateczniających. Faliste pokrycie płata. Niewłaściwe kąty zaklinowania powierzchni nośnych i ustateczniających. Zbyt małe lub zbyt duże wychylenie sterów. Błędne umieszczenie silnika napędowego (osi ciągu). Środek ciężkości przesunięty za bardzo do przodu lub do tyłu (to zdarza się najczęściej).

Okres przed startem

Wyposażenie modelu. Baterie i ogniwa — wyczerpane lub stare; akumulatory — nie naładowane. Krytyczne zestrojenie aparatury radiowej. Nie sprawdzone działanie aparatury kierującej w pełnym zakresie regulacji obrotów silnika napędowego. Nie dokręcone śruby mocujące silnik do łoża. Płaszczyzny sterowe nie ustawione w neutrum (najczęściej są uniesione krawędzie spływu). Niepewne działanie mechanizmów wykonawczych. Uszkodzone lub niewystarczające pasma gumowe mocujące płat, usterzenie i podwozie.

Okres lotu

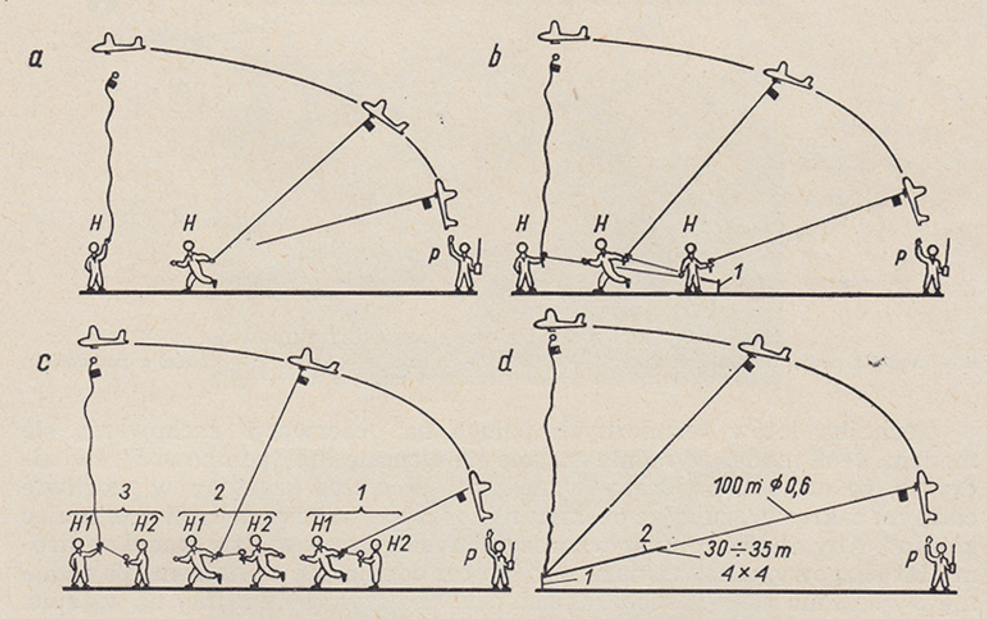
— Antena nadajnika wyciągnięta tylko częściowo (nie całkowicie). Aparatura rozstrojona lub rozregulowana (mały zasięg).
— Brak sprawdzenia wszystkich sterów i elementów kierowanych przed startem. Zapomnienie włączenia wyłączników, a więc i aparatury. Odwrócenie manipulatora. Przerwy i zaniki działania aparatury. Zacinanie się napędów sterowych lub sterów.
— Za uboga mieszanka paliwowa. Przerywanie pracy silnika podczas startu lub w chwilę po nim.
— Start z bocznym wiatrem. Model przewraca się na skrzydło lub zakręca podczas rozbiegu.
— Model odrywa się z prędkością za małą do bezpiecznego lotu. Za wczesne lub za energiczne wychylenie steru wysokości.
— Przeciągnięcie modelu po starcie. Utrata prędkości i zwalenie się modelu przez skrzydło na ziemię.
— Ostry zakręt po starcie. Utrata prędkości i wysokości.
— Nieuwaga. Model wyszedł poza zasięg działania aparatury kierującej. Model musi być bez przerwy uważnie obserwowany. (Uważnie — znaczy myśląco).
— Zachwyt. Skupienie uwagi na samym modelu z zapomnieniem o istnieniu otoczenia, ziemi i przeszkód.
— Zbyt brutalne kierowanie powodujące stany lotu, podczas których występują przeciążenia utrudniające działanie mechanizmów wykonawczych i napędów sterów, a nawet złamanie skrzydeł lub statecznika poziomego.
— Brak doświadczenia. Zakręty w niewłaściwych kierunkach (zapomnienie o działaniu momentów od zespołu napędowego oraz bezpiecznej wysokości). Za duże przechylenia. Mylne użycie steru wysokości (zwłaszcza w locie odwróconym). Panika.
— Obawa przed zdecydowanym użyciem sterów. W wyniku — model oddala się stopniowo i ląduje w znacznej odległości od modelarza, który dobrze nie widzi co się dzieje w tak ważnej fazie lotu.

— Zarozumiałość. Zbyt niskie loty akrobacyjne. Chęć popisania się przed publicznością.
— Ostry zakręt na podejściu do lądowania.
— Zbyt stromy tor podejścia do lądowania.
— Zbyt łagodny tor podejścia do lądowania, zakończony przeciągnięciem.
— Lądowanie z podskokiem.
— Kapotaż (przewrócenie się modelu przez „łeb") lub przewrócenie się na „plecy".

Wykaz błędów nie jest zamknięty. Dalszy ciąg przyczyn — dopisze sobie każdy radiomodelarz...

3.3.5. Loty szybowcowe

Modele szybowców latają przy wykorzystaniu ukrytych sił atmosfery, wszelkiego rodzaju prądów powietrznych. Rozróżniamy loty termiczne i zboczowe.

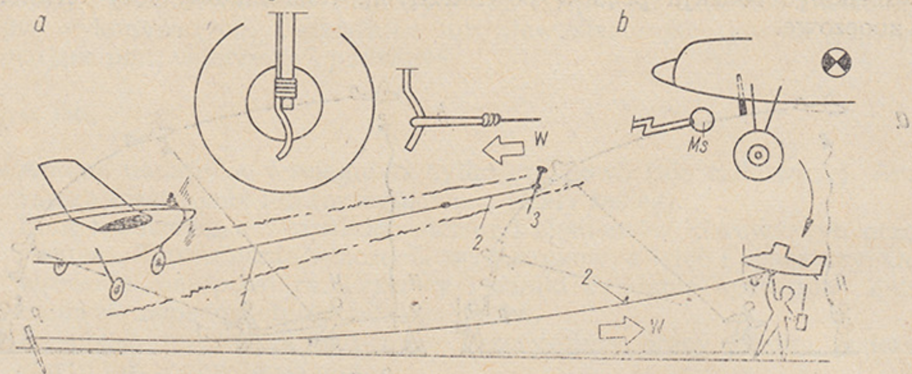


Rys. 3-15. Technika startowa radiomodeli szybowców

a — start z holu z rozbiegiem (zalety: wystarczy 1 holownik, można wykorzystać pełną długość holu; wady: potrzebny wiatr czołowy, trzeba szybko biec, złe warunki do obserwacji modelu przez holownika, tylko dla powolnych modeli), *b* — start z holu z bloczkiem: *1* — kołek (zalety: wystarczy 1 holownik, nie trzeba szybko biec, lepsze niż poprzednio warunki obserwacji modelu przez holownika, dla wszelkich modeli, niepotrzebny jest wiatr czołowy; wady: nie można wykorzystać pełnej długości holu), *c* — start kombinowany z holu (zalety: nie trzeba szybko biec, dla wszelkich modeli, niezależny od siły i kierunku wiatru, dobre warunki do obserwacji modelu przez holownika, najlepsze wykorzystanie długości holu; wady: potrzebni są dwaj holownicy), *d* — start z liny gumowej: *1* — kołek, *2* — guma, *3* — nylon (zalety: nie potrzeba holownika, nie trzeba biec, uniezależnienie od wiatru — można startować nawet w porywach, dobre wykorzystanie długości holu, powtarzalność wysokości odczepienia się modelu w każdym starcie; wady: model musi być odpowiednio wytrzymały i stateczny); metody startu z rys. *a*, *b*, *c* są dozwolone na zawodach; metoda z rys. *d* — nie jest dozwolona

Uwagi: do rys. *b* — średnie wykorzystanie długości holu — do 75%, do rys. *c* — I faza holowania — do 30...50 m, faza II — wykorzystanie pełnej długości holu, w fazie III obaj holownicy zwalniają bieg, do rys. *d* — 25...35 m gumy 4 × 4...5 × 5 mm + 100 m nylonu ⌀ 0,5 mm dla modeli do 1,5 kG, dla modeli cięższych — dodać drugie pasmo gumy zamocowane do własnego kółka umieszczonego 15 m obok poprzedniego; całość rozciąga się 3...4 razy; model wypuszczony pod kątem 45° lub więcej sam się odczepi będąc nad kółkiem 1; przy silnym wietrze należy zmniejszyć rozciągnięcie liny

Loty termiczne. Stosuje się je przede wszystkim w terenie płaskim. Modele startują z holu długości do 300 m (taka długość jest dozwolona przepisami), po czym wykonują lot ślizgowy, przedłużany natrafieniem na termiczne prądy wznoszące, tzw. kominy. Modele szybowców do lotów termicznych charakteryzuje lekkość i duże wydłużenie płata, a także znaczna rozpiętość skrzydeł. Aparatura kierująca 1÷2-kanałowa w zupełności wystarcza. Sterować możemy od chwili wypuszczenia modelu, poprawiając go już w locie na holu. Częstym przypadkiem jest ucieczka modelu z silnym wiatrem wiejącym na znacznej wysokości, pomimo sprawnego działania aparatury. Po prostu prędkość modelu jest zbyt mała, aby mógł on lecieć pod wiatr. Dlatego też należy stosować ogranicznik czasu lotu, lontowy lub radiowy, powodujący uniesienie się w górę o 25...35° całego statecznika poziomego. Oczywiście, te same wyniki da wyposażenie modelu w ster wysokości. Natomiast hamulcowe klapy skrzydłowe nie zawsze potrafią uratować model przed ucieczką z wiatrem lub w kominie termicznym.



Rys. 3-16. Start modeli z napędem z liny gumowej
a — model z podwoziem 3-kołowym: *1* — nylon, *2* — guma, *3* — kołek, *b* — model z podwoziem 2-kołowym (tylko guma 5 x 5 mm x 25 m)

Technika lotów termicznych polega na obserwacji zachowania się modelu. Jeśli model wyraźnie zacznie się wznosić lub „pompować", świadczy to, że natrafił na prądy wznoszące. Wówczas krążymy w możliwie ciasnym zakręcie, szukając obszaru najlepszych wznoszeń, czyli „centrując komin". Aby opuścić obszar wznoszeń, musimy wprowadzić model w stromy lot ślizgowy, a nawet nurkowy lub też oddalić się z wiatrem. To ostatnie wyjście ma na ogół niemiłe następstwa, o czym mówiliśmy na wstępie.

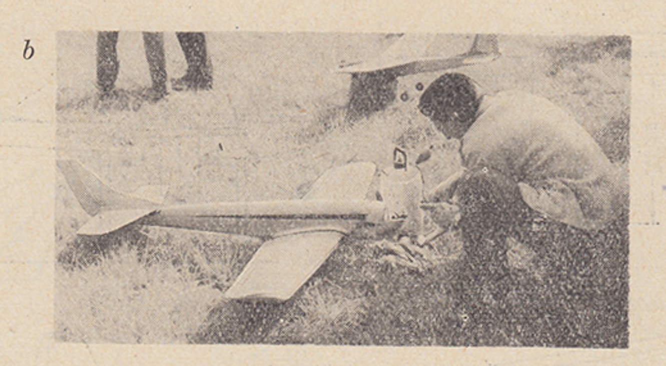
Obszary prawdopodobnych wznoszeń termicznych, to nagrzane piaski, zboża, budynki, a także zakłady przemysłowe w rodzaju ciepłowni, hut itp. Nad tymi obszarami tworzą się charakterystyczne chmury, tzw. Cumulusy. Prądy termiczne mogą się zaczynać już na wysokości 30 m, a nawet niżej. Najczęściej jednak można je znaleźć powyżej 100 m. Obszary duszeń, to rzeki, jeziora, tereny podmokłe oraz lasy.

Loty termiczne zasadniczo mogą być wykonywane w okresie dużego nasłonecznienia, a więc latem. Ale udają się również zimą.

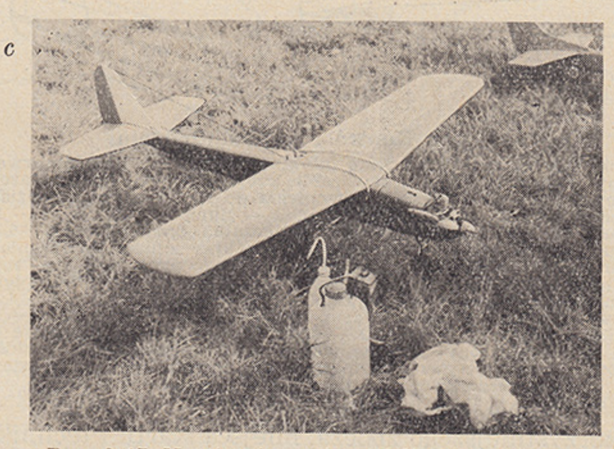
Loty zboczowe. Są to dynamiczne loty żaglowe, niezależne na ogół od pory roku. Przy sprzyjających warunkach modele mogą latać godzinami. Zbocza te nie muszą być wielkie. Często już wzgórza 10...20 m umożliwiają, przy odpowiedniej prędkości wiatru, długotrwałe loty.

a

b



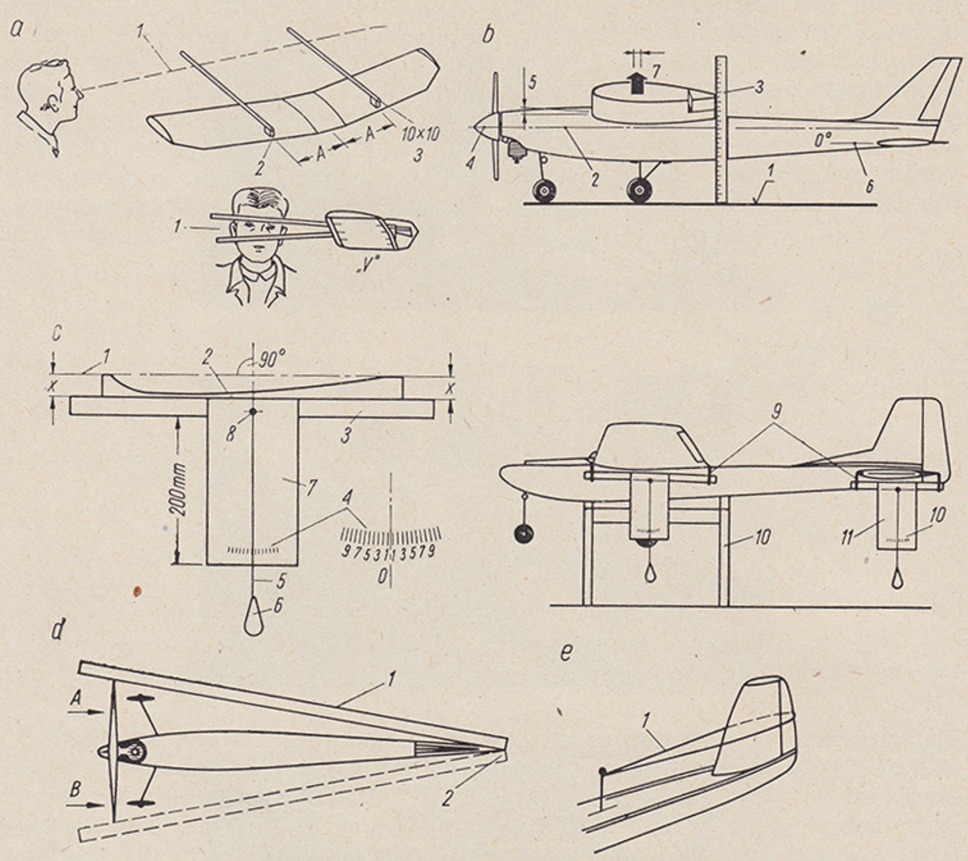
c



Rys. 3-17. Na starcie radiomodeli akrobacyjnych

a — model Eugeniusza Wielgoszewskiego; obok — skrzynka startowa z akumulatorem, narzędziami, paliwem itp.; w głębi komisja sędziowska i koło lądowania, *b* — zmiana silnika w dolnopłatowcu; widoczna jest butla ciśnieniowa z paliwem z rys. 3—12*g*, *c* — model grzbietopłatowca; obok zwykła butla z paliwem i pomocniczą butelką wlewową i ogniwo do żarzenia świecy

Szybowce zboczowe są modelami szybkimi, o wytrzymałej (ale nie ciężkiej) konstrukcji. Profil płata płaskowypukły lub dwuwypukły niesymetryczny, wyjątkowo — lekkowklęsły. Aparatura 1...2-kanałowa w zupełności wystarcza. Hamulce aerodynamiczne i klapy są dobre, ale nie zastąpią steru wysokości. Korzystne są lotki, nawet sprzężone ze sterem kierunku. Dobre wyniki w lotach zboczowych dają też szybowce o układzie delta. Modele są wyrzucane z ręki pod wiatr.

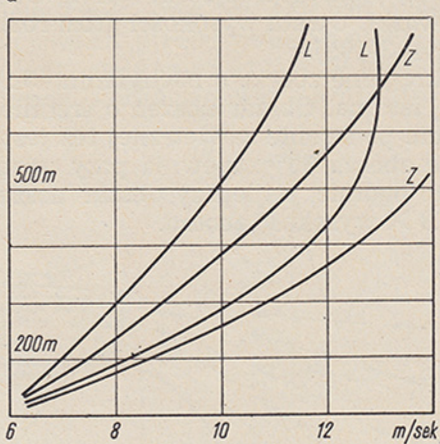


Rys. 3-18. Kontrola regulacji modelu

a — sprawdzenie, czy nie ma zwichrzeń płata lub statecznika: *1* — linia obserwacji, *2* — klocki, *3* — listwy (mogą być obciążone), *b* — sprawdzenie kątów nastawienia (montażowych): *1* — ziemia lub płyta stołowa, *2* — oś odniesienia równoległa do *1*), *3* — linia z podziałką do pomiaru kątów (odległość od krawędzi natarcia i spływu), *4* — skłon osi silnika, *5* — kąt nastawienia płata (zwykle +0,5...1,5°); *6* — kąt nastawienia statecznika (zwykle: —0,5...+0,5°; co najmniej o 0,5° mniejszy od kąta płata), *7* — dopuszczalny zakres zmian wyważenia modelu (max. 10...13 mm); dane orientacyjne odnoszące się do konkretnego przykładu, *c* — zestaw kontrolny: *1* — cięciwa skrzydła, *2* — wykrój dla profilu płata, *3* — listwa, *4* — naklejona podziałka kątowa, *5* — nić (ok. 250 mm), *6* — ciężarek, *7* — sklejka, *8* — punkt zawieszenia pionu, *9* — nici gumowe, *10* — podstawa drewniana, *11* — drugi taki sam kątomierz dla usterzenia, *d* — kontrola skłonu osi silnika w bok: *1* — linia z podziałką, *2* — szpilka; sprawdzamy odległość końca łopaty *A* śmigła i prawej i z lewej strony kadłuba (skłon osi); sprawdzamy odległość łopat *A* i *B* z prawej strony (ewentualna nierówność łopat), *e* — kontrola symetrii i ustawienia neutrum dla statecznika pionowego i steru kierunku: *1* — nić

Wybór najkorzystniejszego zbocza, miejsca startu i technikę lotów wyjaśnia rysunek 3-19. Zasadą jest lot wzdłuż krawędzi zbocza, ustawiając model zawsze nosem do wiatru. Jest to ważne przy zakrętach; każdy zakręt w stronę zbocza grozi rozbiciem modelu. Tylko na dość znacznej wysokości nad zboczem możemy sobie pozwolić na dowolne zakręty, jak





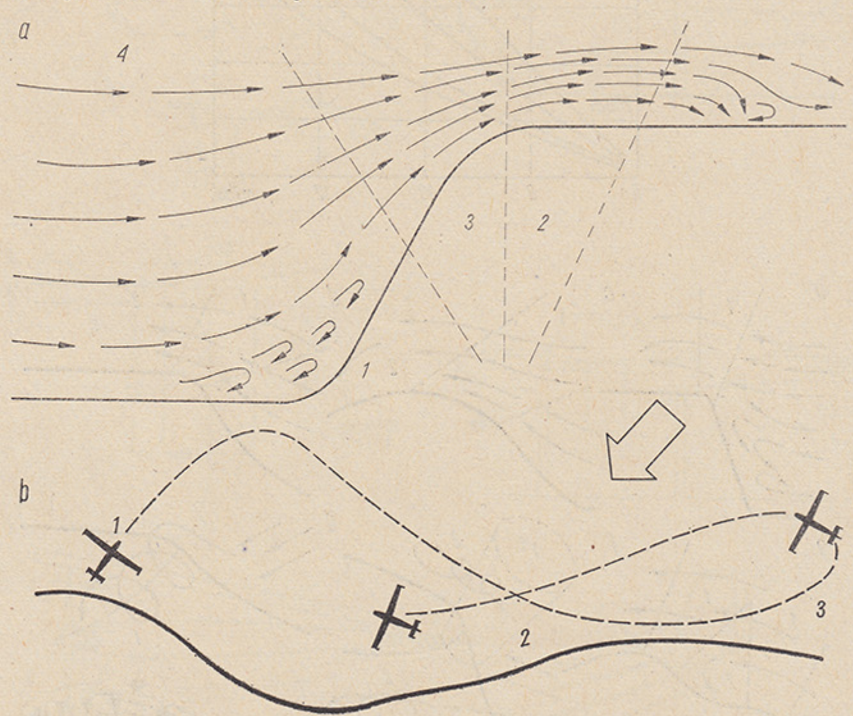
Rys. 3-19 Tereny zboczowe i ich przydatność dla radiomodelarzy

a — średnia prędkość wiatru zależnie od wysokości: *L* — lato, *Z* — zima, *b* — urwisko: *1* — obszar noszeń, *c* — zbocze łagodne: *1* — obszar noszeń, *2* — obszar duszeń, *d* — zbocze strome z płaskim szczytem: *1* — obszar noszeń, *2* — obszar częstych noszeń termicznych, *e* — zbocze pofalowane: *1* — obszar noszeń (wysoko nad zboczem), *2* — zawirowania, *f* — cypel: *1* — komin, *2* — obszary niebezpieczne, *g* — boczny wiatr: *1* — zawirowania typu rotorowego, *h* — zbocze zalesione, *i* — zbocze urwiste załamane, *j* — zbocze ze szczytem zalesionym, *k* — zbocze z kotliną po stronie zawietrznej; duża kropka oznacza obszar korzystny dla lotów, trójkąt — obszar niebezpieczny dla modelu

w terenie płaskim. Ster wysokości ułatwia wyważenie modelu w zależności od siły wiatru i zapobiega „pompowaniu".

Urwisko nie jest najlepszym miejscem startu. Obszar noszeń jest bardzo intensywny ale wąski. Utrata wysokości grozi rozbiciem modelu w obszarze zawirowań (rys. 3-19*b*).

Najlepsze są zaokrąglone zbocza o nachyleniu 45...60° (rys. 3-19 *c*). Ich wysokość jest mniej istotna. Obszar noszeń o średniej intensywności jest szeroki. Stałe duszenie po stronie zawietrznej też jest przydatne — do lądowania. Nachylenie zbocza 30° zapewnia przy wietrze 10 m/s noszenie rzędu 5 m/s. Mówiąc ogólnie, najlepszy obszar noszeń, to: krawędź zbocza na wysokości 2...3 × wysokość zbocza.



Rys. 3-20. Zasada lotów kierowanych na zboczu

a — typowe strefy zbocza: *1* — obszar zawirowany (niebezpieczny), *2* — obszar do startu i lądowania, *3* — obszar do lotu żaglowego, *4* — obszar do lotów na czas i do akrobacji, *b* — zasada żaglowania: *1* — gdy dobre noszenia — z daleka od zbocza, *2* — gdy słabe noszenia — przy zboczu, *3* — zawsze zakręcać OD ZBOCZA!

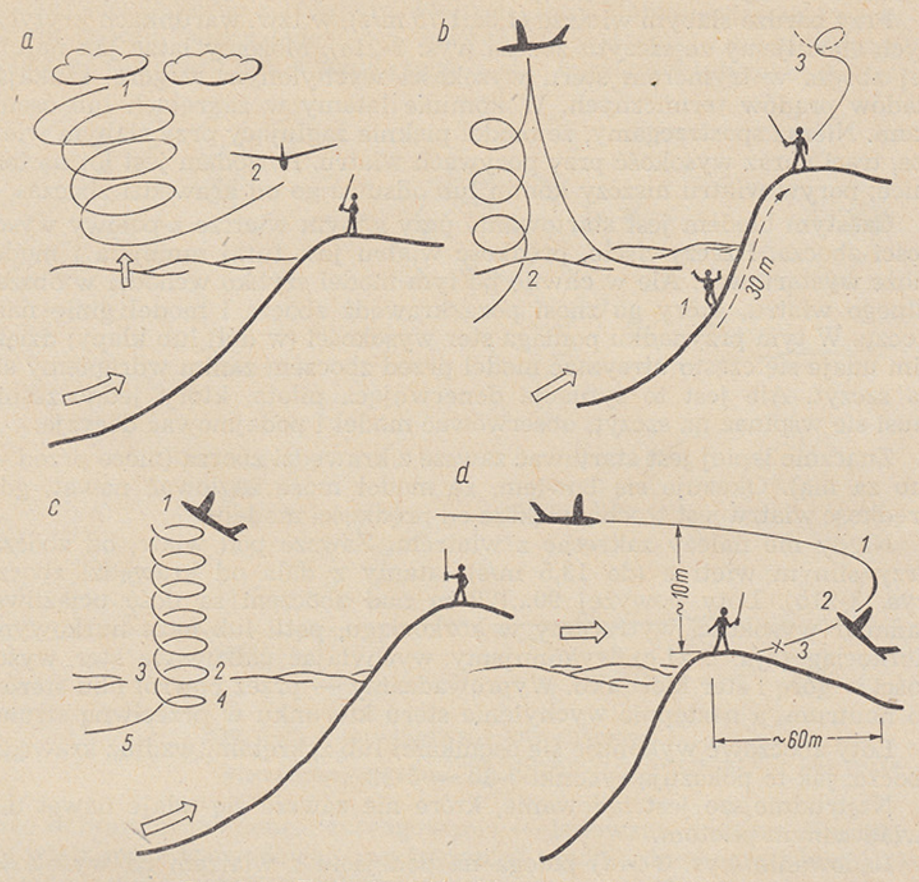
Powierzchnia zbocza ma wpływ przede wszystkim w warstwie przyziemnej. Lot tuż nad zboczem zalesionym grozi duszeniem; na wysokości 10...20 m — można już żaglować. Las zwiększa obszar noszeń, wystarczą wówczas nawet zbocza wysokości 20...30 m.

Na loty zboczowe wpływa też stan atmosferyczny powietrza, np. termika. Zimne masy powietrza zalegające w dolinie ograniczają skuteczną wysokość zbocza (która liczy się od krawędzi zbocza do warstwy zimnego powietrza). Najkorzystniejszy jest wiatr wiejący równomiernie i prostopadle do zbocza.

Zbocze o płaskim szczycie (rys. 3-19 *d*) jest bardzo korzystne i rokuje powstawanie kominów termicznych w dni słoneczne (które mogą jednak utrudniać lądowanie). Obszar intensywnych noszeń jest szeroki.

Zbocze pofalowane (rys. 3-19 *e*) jest zawsze nieco niebezpieczne. Należy latać wysoko w obszarze niezakłóconym zawirowaniami. Nie zniżać się.

Zbocze w kształcie cypla (rys. 3-19 *f*) jest niebezpieczne. Lot jest możliwy ale pod warunkiem przebywania w obszarze silnych noszeń na wierzchołku cypla. Model stale musi krążyć w tym obszarze. Boczne krawędzie cypla mają opływ „korkociągowy" i grożą rozbiciem modelu.



Rys. 3-21. Technika lotów kierowanych na zboczu

a — wiatr bardzo słaby — loty termiczne: *1* — komin, *2* — wejście w komin, *b* — wiatr silny: *1* — start z miejsca poniżej krawędzi, *2* — wytracanie wysokości (z dala od zbocza), *3* — obszar niebezpieczny, *c* — korkociąg: *1* — wychylenie steru wysokości — w górę i steru kierunku np. w lewo, *2* — oba stery w neutrum, *3* — ster kierunku w przeciwną stronę, np. w prawo, *4* — ster wysokości — w dół, *5* — wyjście z obszaru noszeń, *d* — lądowanie: *1* — zakręt, *2* — utrzymywanie modelu pod wiatr, *3* — krótkie wychylenie steru wysokości w górę.

Boczny wiatr (dotyczy to zboczy z rysunku 3-19*b*—*f*) powoduje opływ „korkociągowy" przez który nie jest łatwo przedrzeć się, aby uzyskać wysokość (rys. 3-19*g*). Lepiej jest poszukać innego zbocza. Ale można żaglować (przy zachowaniu ostrożności) też przy wietrze bocznym 15...30...40°. Jeśli krawędź zbocza jest załamana (w widoku z góry) należy ustalić zatoki prostopadłe do kierunku wiatru i przeskakiwać modelem od jednej do drugiej.

Loty nad brzegiem morza, jeziora lub dużej rzeki (rys. 3-22*a*) są możliwe już przy wietrze 4,5...6,5 m/s. Im wiatr silniejszy, tym model wolniej przesuwa się wzdłuż krawędzi nabrzeża i ustawia bardziej ostro pod

wiatr. Tam można żaglować nawet na zboczu wysokości 7,5...10 m. Takie właśnie loty odbywaliśmy nad niewielkim wzniesieniem — brzegiem Wisły w Fordonie koło Bydgoszczy. Radiomodele szybowców „Sterus-5" i „Wicherek-50" były wyciągane na holu długości 60 m nad krawędź zadrzewionego zbocza-brzegu i przy wietrze od strony rzeki wykonywały długotrwałe loty żaglowe. Technika pilotażu, jak na rysunku 3-22*b*.

Przy bardzo słabym wietrze (1,3...1,75 m/s), w tzw. warunkach krytycznych startujemy ze szczytu zbocza (rys. 3-21*a*). Możemy latać jak najbliżej zbocza w trymerem steru wysokości wychylonym w górę, szukając śladów prądów termicznych. W kominie latamy w zakrętach lub ósemkami. Nieraz spostrzegamy, że model pięknie żaglujący przy słabym wietrze, traci naraz wysokość przy porywach wiatru. Powodem jest lot na termice; poryw wiatru niszczy komin lub odsuwa go od krawędzi zbocza.

Częstym błędem jest startowanie przy silnym wietrze z połowy wysokości zbocza. Rzeczywiście, prędkość wiatru jest tutaj mniejsza i model może wystartować. Ale w chwilę po tym model szybko wchodzi w obszar silnego wiatru, który go znosi poza krawędź zbocza i model ginie nam z oczu. W tym przypadku pomaga ster wysokości (w dół) lub klapy; dzięki nim udaje się często utrzymać model przed zboczem zanim wdrapiemy się na szczyt. Ale jest to sytuacja denerwująca pilota, który jednocześnie musi się wspinać na szczyt, obserwować model i podejmować decyzje.

Znacznie lepiej jest startować zawsze z krawędzi zbocza (nieco przed — lub za nią). Okazuje się bowiem, że model może żaglować nawet, gdy prędkość wiatru jest trochę większa od prędkości modelu.

Nigdy nie należy zakręcać z wiatrem. Zawsze pod wiatr, od zbocza. Przy silnym wietrze (do 13,5 m/s) latamy z dala od krawędzi zbocza (rys. 3-21*b*). Loty powyżej 90...120 m nad zboczem są dość uciążliwe; nadmiar wysokości wytracamy w korkociągu, pętli lub locie nurkowym. Korkociąg (rys. 3-21 *c*) wykonujemy wychylając całkowicie ster wysokości w górę i ster kierunku. Wyprowadzamy — przez powrót obu sterów do neutrum, a następnie wychylenie steru kierunku w przeciwną stronę.

Loty zboczowe wykonuje się ósemkami lub zakrętami wzdłuż krawędzi zbocza, jak to pokazują rysunki 3-20 — 3-22.

Najtrudniejsze jest lądowanie, które nie zawsze się udaje nawet doświadczonym pilotom.

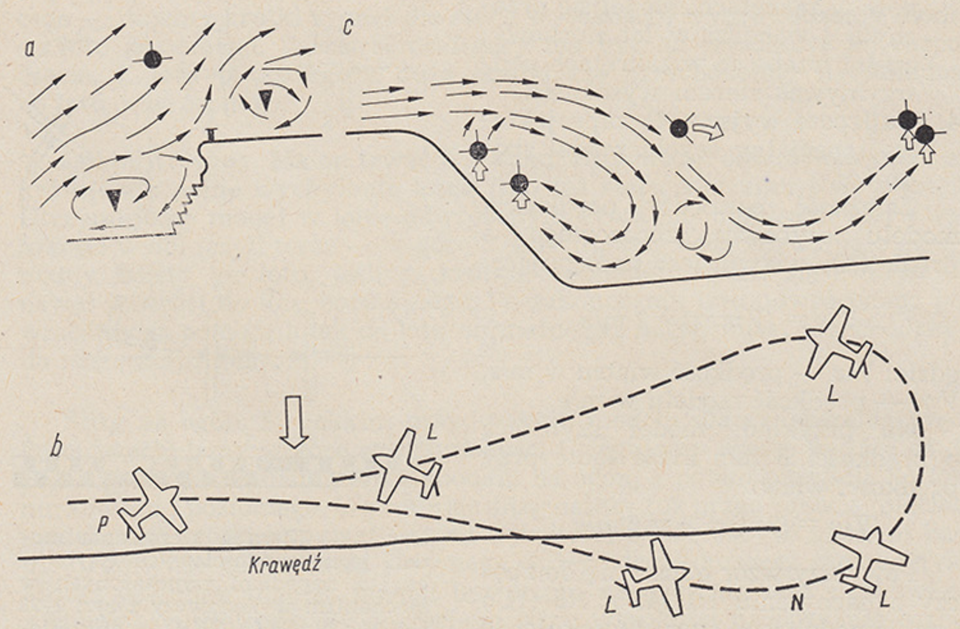
Lądowanie (rys. 3-21*d*) polega na podejściu z wiatrem na wysokości 10...20 m nad krawędź zbocza, a następnie łagodnym zakręceniu pod wiatr w odległości około 60 m od krawędzi. Najlepiej jest ustawić się pod wiatr, wyrównać sterem wysokości prędkość i powoli opadać (od tyłu) w kierunku startu. Utrzymujemy model pod wiatr „wachlując" na przemian sterem kierunku. Tuż przed przyziemieniem wychylamy na chwilę w górę ster wysokości. Pamiętajmy jednak, że za krawędzią zbocza znajdują się najczęściej obszary zawirowania powietrza. Lądowanie jest tam trudne. Jeśli tuż przed przyziemieniem musimy nagle zakręcić, to lepiej zrezygnować z lądowania pod wiatr, a lądować od razu z wiatrem bocznym. To często bywa bezpieczniejsze.

Podejście trzeba rozpocząć z bardzo daleka. Można też zejść nad start w ciasnej spirali uwzględniając to, że wiatr ją silnie znosi. Najbezpieczniej jest przelecieć wysoko nad zboczem na stronę zawietrzną i tam wylądować na jakimś względnie płaskim terenie.

Jeśli nasz radiomodel jest wyposażony w aparaturę wielokanałową, to możemy startować praktycznie w każdych warunkach. Na zboczach zale-

sionych, niebezpiecznych startujemy z rozbiegiem lub z dużym nadmiarem prędkości. W chwilę potem stosujemy ster wysokości lub klapy — przerywacze, aby utrzymać model nad zboczem.

Lądowanie jest łatwiejsze z klapami i wychylonym w dół sterem wysokości. Ale przy silnym wietrze dobrze jest wybrać lądowisko już przed startem; to w znacznym stopniu uspokaja pilota. Przy silnym wietrze bezpieczniej jest lądować z bocznym wiatrem. Przy słabym wietrze i na łagodnym zboczu można lądować z wiatrem — pod stok. Leci się wprost na zbocze i tuż przed nim wychyla w górę ster wysokości lub zakręca. Przy



Rys. 3-22. Improwizowane loty zboczowe
a — na brzegu morza, rzeki lub jeziora, *b* — technika żaglowania — do rys. *a*; *c* — loty na zawietrznej stronie zbocza oraz na 2 i 3 fali

dobrze dobranym momencie zareagowania — lądowanie idealne. Niestety silny wiatr może spowodować „przysysanie" modelu do zbocza i takie lądowanie staje się wówczas niebezpieczne.

Doświadczony radiomodelarz może pokusić się o loty po zawietrznej stronie zbocza (rys. 3-22*c*). Obszar noszeń jest tutaj bardzo wąski i wymaga dużej uwagi ze strony pilota. Już mylna ocena odległości rzędu 0,5 m może wyprowadzić model poza obszar noszeń i rzucić go na pastwę duszeń i zawirowań. Istnieje jeszcze możliwość lotu na opływie odbitym, ale jest to raczej sprawa szczęścia. Szybownicy nazywają to lotem na drugiej fali. Czasem występuje też fala trzecia względnie czwarta, ale tylko przy stałym, równomiernym wietrze. Każda fala następna jest mniej intensywna od poprzedniej. Znalezienie fali, to rzecz niemal przypadku. Ale w praktyce się zdarza!

A oto kilka możliwości zmian prędkości lotu modelu zależnie od siły wiatru na zboczu.

1. Zwiększamy balast w dziobie modelu (50...100 G ołowiu). Poprawa stateczności kierunkowej. Większa prędkość lotu (mniejszy kąt natarcia płata), ale ostrożnie przy nagłych zakrętach i w ciasnych spiralach.

2. Dodatkowy balast umieszczamy pod środkiem ciężkości. Aby prędkość lotu wzrosła o 1,5...2 m/s należy zwiększyć obciążenie jednostkowe powierzchni o około 10 G/dm² (dla 40 dm² — około 400 G ołowiu). Stateczność modelu bez zmian.
3. Zmniejszamy podłużny wznios, który zwykle wynosi 2...3°. Jeśli przy obciążeniu 30 G/dm² model z typowym $Cz = 0{,}9$ ma prędkość 7,3 m/s, to chcąc zwiększyć prędkość lotu do 9,3 m/s, musimy zmniejszyć Cz do 0,55. Pogarsza się przy tym doskonałość, ale to nie jest istotne. Należy natomiast zachować ostrożność w zakrętach. Model się przechyla i wchodzi w lot nurkowy; często trzeba go w zakrętach podtrzymywać sterem wysokości.
4. Najlepsze wyjście, to zaprojektować specjalny szybki model zboczowy.

Zależność pomiędzy prędkością modelu szybowca zboczowego a prędkością wiatru jest następująca:

$$Vw = (Vm:2) + 2 \text{ m/s}$$

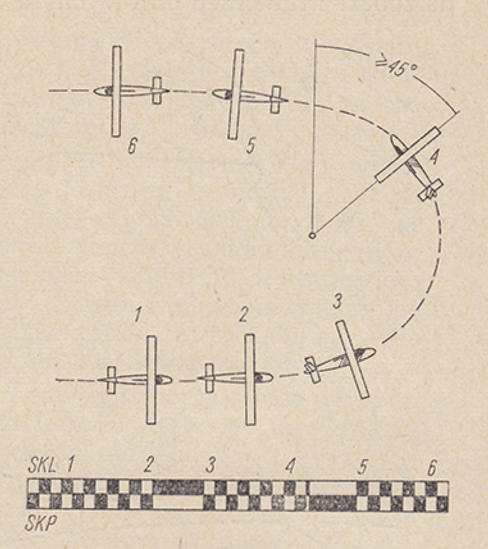
gdzie: Vw — prędkość wiatru w m/s,
Vm — prędkość modelu w m/s.

Na przykład: model szybowca o prędkości 8 m/s może latać przy prędkości wiatru

$$Vw = (8:2) + 2 = 6 \text{ m/s}$$

Powyższy wzór odnosi się do zboczy o nachyleniu 1:1 (45°)...1:5 (11°) i radiomodeli bez steru wysokości.

Warto może dodać, że przy prędkości wiatru do 10 m/s może latać każdy model mający profil płasko-wypukły (nawet do 15 m/s). Prędkość graniczna (pionowy lot nurkowy) takiego szybowca z obciążeniem 20 G/dm² jest rzędu 28 m/s, z obciążeniem 40 G/dm² — około 40 m/s.



Rys. 3-23. Zasada kierowania modeli jednoczynnościowych (szybowce i z napędem) wyposażonych w mechanizm wykonawczy z rys. 1-23 i 1-24*a,b*; *SKL, SKP* — ster kierunku w lewo lub w prawo

Dobrym zwyczajem jest ustalenie przed startem kierunku wiatru i jego prędkości. I to za pomocą przyrządów, a nie na oko. Bardzo pomocny może być tutaj prosty anemometr elektroniczny opisany w książce „Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu, w pracy i w szkole” (1966 r.) na stronach 174...176.

3.3.6. Akrobacja modeli szybowców

Lot akrobacyjny szybowca wieloczynnościowego różni się od lotu modelu z napędem. Tutaj zestaw figur musi tak być ułożony, aby każda poprzednia figura była pod względem prędkości i zapasu wysokości punktem wyjścia dla ewolucji następnej. Rozpatrzmy je kolejno.

Przewrót. Po starcie z holu należy natychmiast pochylić model krótkimi impulsami steru wysokości dla nabrania prędkości. Następnie ster wysokości w górę, aby model zaczął się pionowo wznosić; wznoszenie

to musi być idealnie proste we wszystkich płaszczyznach. Na chwilę przed zawiśnięciem modelu, po wytraceniu prędkości, wychylamy energicznie ster kierunku. Model powinien się obrócić wokół osi pionowej. Jeśli ster wychylimy za wcześnie, figura nie będzie czysto wykonana, jeśli za późno — brak prędkości w ogóle uniemożliwia obrót modelu.

Po wykonaniu przewrotu model sam przechodzi do pionowego lotu nurkowego. Nie przeszkadzamy mu w tym, zwłaszcza jeśli jesteśmy początkującymi akrobatami. Później będziemy mogli korygować ten stan lotu delikatnymi ruchami steru wysokości i lotek. Gdy nurkujący model zbliży się do poziomu, z którego przeszedł poprzednio do lotu wznoszącego — dajemy krótki sygnał dla steru wysokości i wyprowadzamy model do lotu poziomego. Zakończenie figury ma być na wysokości jej rozpoczęcia. Z lotu poziomego z dużą prędkością przechodzimy natychmiast do lotu odwróconego.

Lot odwrócony. Ma on trwać 5 sekund. Aby model odwrócić wystarczy krótkie ale pełne wychylenie lotek (lub też steru kierunku i wysokości). Utrzymujemy model w locie odwróconym krótkimi impulsami steru wysokości w dół (czyli teraz — w górę). Jeśli impulsy będą zbyt długie otrzymamy falisty tor lotu, jeśli za krótkie — model zacznie się zwalać lub nawet powróci do lotu normalnego. Po zakończeniu lotu odwróconego powracamy za pomocą lotek do lotu normalnego i natychmiast przechodzimy do następnej figury.

Ślizg na ogon. Po lekkim przyduszeniu modelu dla zwiększenia prędkości, wychylamy w górę ster wysokości i ciągniemy prosto w górę aż do przeciągnięcia i ześliźnięcia się modelu na ogon, a potem przejścia do lotu nurkowego i poziomego. Wykonując ślizg należy tuż przed przeciągnięciem modelu dać krótki impuls dla steru wysokości w dół. Jest to moment bardzo trudny do uchwycenia i wymaga dużego treningu oraz samokrytyki. Model powinien przejść niemal bez ślizgu na ogon do lotu nurkowego, z którego wyprowadzamy go ruchem steru wysokości na poziomie rozpoczęcia wznoszenia się do ślizgu.

Wywrót. Ruchem lotek (lub sterem kierunku i wysokości) odwracamy model i pozwalamy mu spadać, wyprowadzając łagodnymi ruchami steru wysokości w górę do lotu poziomego. Trzeba uważać, aby wyprowadzenie nie zakończyło się uderzeniem w ziemię. Należy zawsze pamiętać o zapasie wysokości.

Pętla. Jeśli poprzednio rozpędzony model jeszcze trochę przydusimy sterem wysokości w dół, otrzymamy nadmiar prędkości niezbędny do wykonania pętli w pionie. Wychylamy potem na moment ster wysokości w górę i model zacznie się wznosić. Od tej chwili nie używamy steru kierunku. Gdy model znajdzie się w górnym punkcie zwrotnym wtedy przejdzie sam do drugiej połowy pętli bez potrzeby ruchu sterem wysokości. Czasem krótki impuls steru wysokości w dół (czyli obecnie — w górę), dany dokładnie w punkcie zwrotnym, poprawia czystość wykonania tej figury. Pętlę kończymy wyprowadzeniem modelu do lotu poziomego ruchem steru wysokości. Musi to nastąpić na wysokości, na której rozpoczynaliśmy pętlę. Należy podkreślić, że ocenia się tylko koliste pętle, wszystkie inne (jajowate, skrzywione itp.) się nie liczą. Bezpośrednio po wykonaniu

pierwszej pętli robimy następną. Tym razem trzeba model nieco więcej rozpędzić. Ideałem jest wykonanie obu pętli na tej samej wysokości, ale w praktyce najczęściej braknie nam do tego prędkości.

Lądowanie. Wykonujemy je po podejściu pod wiatr. W celu zwiększenia dokładności lądowania możemy posługiwać się klapami do lądowania lub hamulcami aerodynamicznymi.

Trening. Akrobacja szybowcowa nie jest łatwa. Aby móc wykonywać wiązanki figur, trzeba na to poświęcić miesiące treningu. Rzadko się zdarza, aby nawet na zawodach międzynarodowych wykonano pełny program akrobacji. Nie zawsze wystarcza wysokość uzyskana z holu długości 300 m.

Najlepiej jest ćwiczyć poszczególne figury. W danym dniu — jakąś jedną określoną figurę. Przewrót, ślizg na ogon i wywrót korzystnie jest wykonywać z wiatrem, pętlę — pod wiatr. Wykonując wiązanki figur trzeba zawsze pamiętać o kierunku wiatru.

Użycie aparatury do kierowania proporcjonalnego ułatwia pilotaż akrobacyjny.

Szczególnie dobre warunki do lotów akrobacyjnych mogą być uzyskane na zboczu, gdzie lot trwający 10...15 minut nie jest niczym wyjątkowym, a w zupełności wystarcza do wykonania pełnej wiązanki figur.

3.3.7. Akrobacja modeli jednoczynnościowych z napędem

Przy pewnej wprawie modelem jednoczynnościowym można wykonywać określone figury akrobacyjne. Punktem wyjścia jest tutaj ciasna spirala zapewniająca niezbędny nadmiar prędkości.

Technikę pilotażu wyjaśnia rysunek 3-24. Tutaj dodamy kilka uwag na temat regulacji modeli jednoczynnościowych w lotach akrobacyjnych.

Przede wszystkim impulsy kierujące muszą być jak najkrótsze, nawet przy wykonywaniu figur kolistych (jeśli jeden sygnał krótki nie wystarcza — możemy go powtórzyć; sygnał za długi wprowadza model w stromy zakręt); model należy utrzymywać przed sobą, pod wiatr (ułatwia to kierowanie i zapobiega ucieczce modelu); lądować trzeba pod wiatr, w linii prostej nad nami (umożliwia to bezpieczne kierowanie modelu aż do ostatniej chwili); na początek nie stosować dłuższej pracy silnika niż 1,5...2 min.

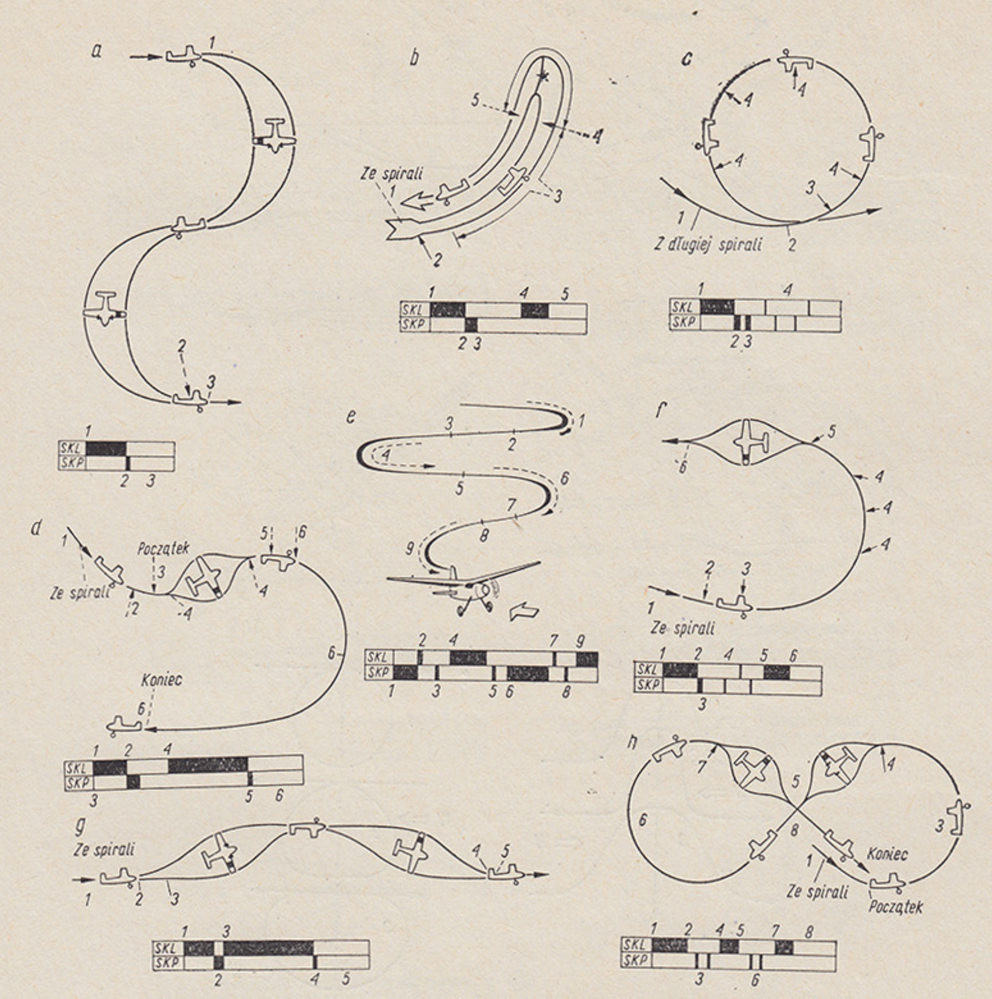
Bezpieczna wysokość do akrobacji — powyżej 75 m, dla zwykłych lotów kierowanych — powyżej 12 m. Pamiętajmy, że prędkość radiomodelu jest rzędu 9 m/s, dochodząc w locie nurkowym do 11...12 m/s. A więc w ciągu sekundy model traci wysokość równą wysokości 3-piętrowego budynku!

Przeciągnięcie, to typowy objaw nadmiaru prędkości na styku różnych stanów lotu w modelach jednoczynnościowych. Walczymy z tym przez umiejętne uprzedzanie przeciągnięcia ruchami steru w lewo lub prawo dokonywanymi po zakończeniu poszczególnych manewrów.

Korkociąg. Jest to najtrudniejsza figura, ale również możliwa do wykonania. Model powinien być ciężki, ze środkiem ciężkości nieco przesuniętym do tyłu. Silnik musi pracować na pełnym gazie. Bardzo trudne jest określenie prędkości wprowadzenia modelu w korkociąg. Zwykle poprzedzamy je półbeczką. Jeśli prędkość jest zbyt duża — model się odwraca, jeśli zbyt mała — ster kierunku jest nieskuteczny w momencie ustawia-

nia modelu prostopadle do ziemi (nosem do góry). Gdy to nastąpi, dajemy ster w prawo trzymając go dopóki model się wznosi. Tuż przed wytraceniem prędkości wychylamy na moment ster w lewo i model rozpoczyna korkociąg w tę stronę.

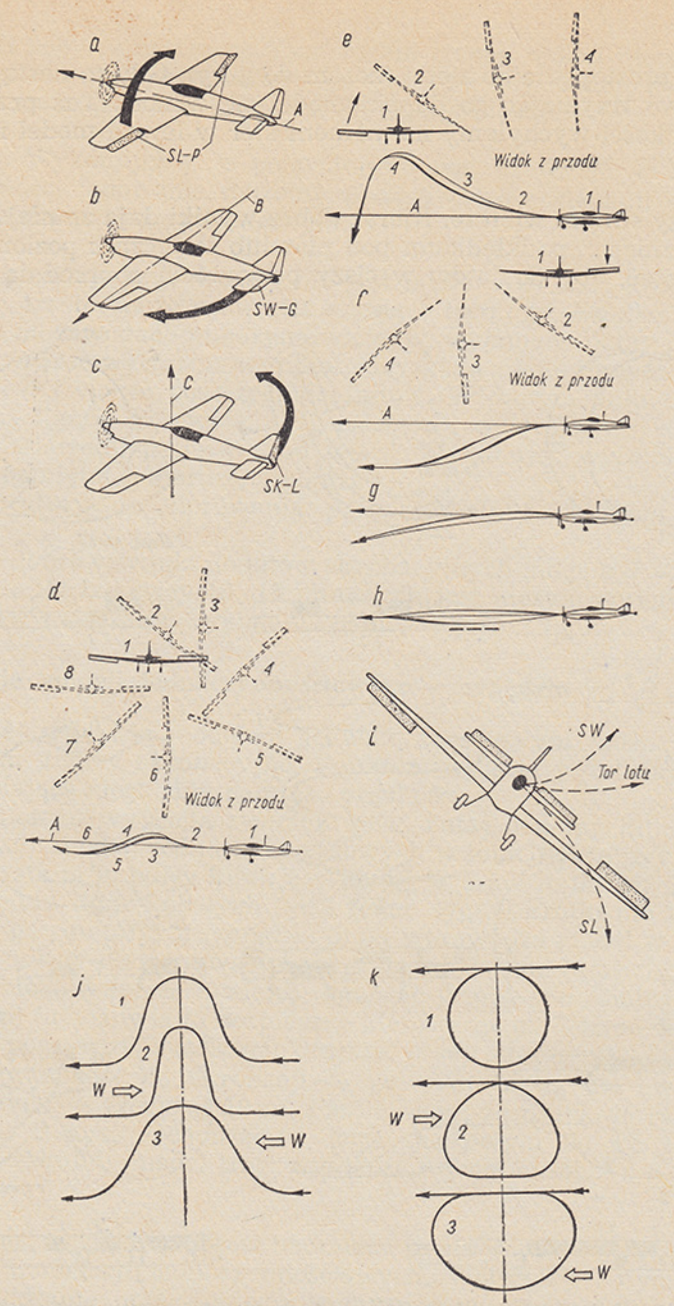
Loty przy silnym wietrze. Nieraz dobre wyniki daje zmniejszenie „podłużnego wzniosu" podkładkami pod płat lub statecznik poziomy. Trzeba tylko pamiętać, aby do lotów w ciszy przywrócić poprzednią regulację.



Rys. 3-24. Akrobacja modeli jednoczynnościowych z napędem

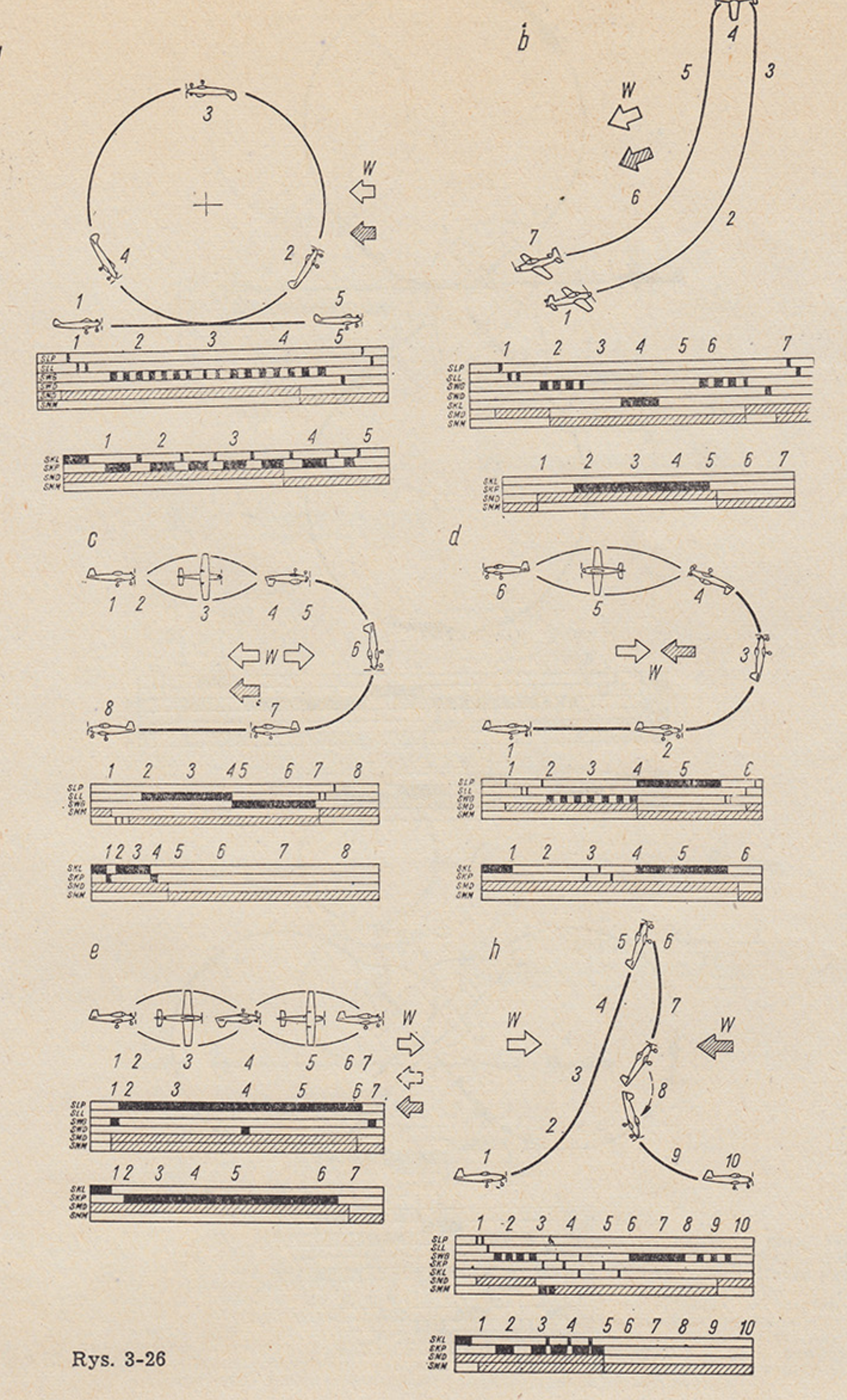
a — ciasna spirala w lewo (zgodnie z kierunkiem obrotów śmigła), *b* — przewrót, *c* — pętla wewnętrzna (w górę), *d* — wywrót, *e* — wytracanie wysokości; *SKP* — ster kierunku w prawo, *SKL* — ster kierunku w lewo, *f* — zawrót, *g* — beczka w lewo, *h* — ósemka kubańska (kombinacja z 2 zawrotów).

Ze względów na bezpieczeństwo modelu należy unikać lotów akrobacyjnych przy silnym wietrze. Jeśli musimy latać, to wszystkie figury trzeba wykonywać przed sobą — pod wiatr. Nie jest to łatwe. Przy silnym wietrze model leci łatwiej pod wiatr w locie ślizgowym, niż w locie z pracującym silnikiem. Dobrze jest o tym pamiętać przy podejściu do lądowa-

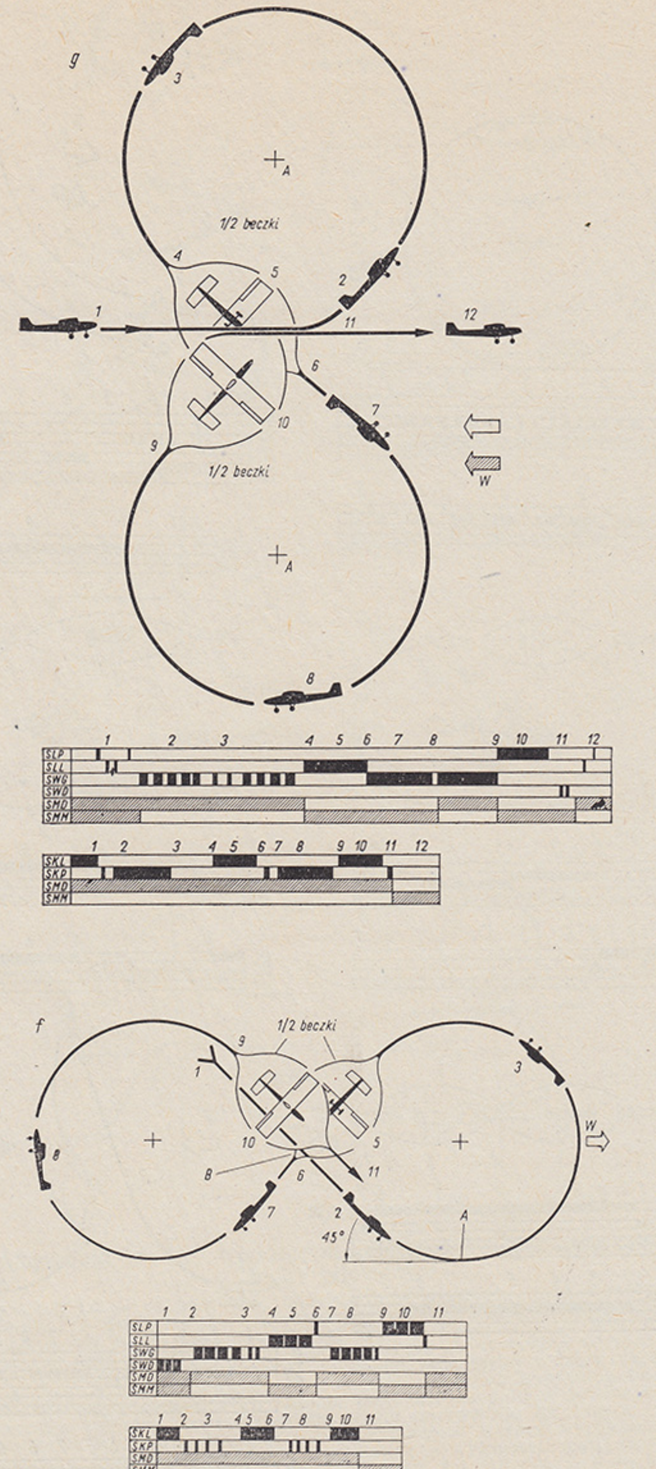


Rys. 3-25. Akrobacja modeli wieloczynnościowych — działanie sterów i typowe błędy pilotażowe

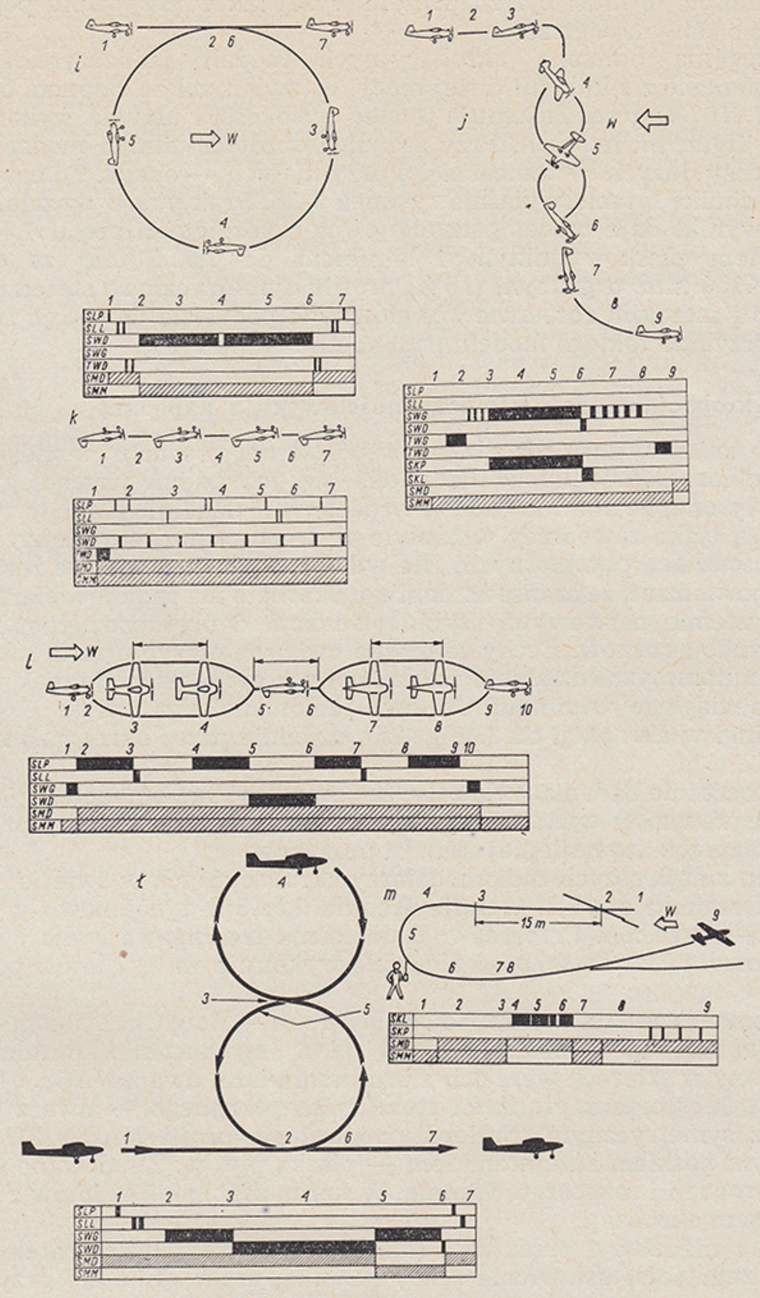
a — działanie lotek (*A* — oś podłużna modelu), *b* — działanie steru wysokości (*B* — oś poprzeczna modelu), *c* — działanie steru kierunku (*C* — oś pionowa modelu), *d* — błąd w wykonaniu beczki (*A* — tor poprawny): model leci spiralą wokół *A*, *e* — wykonanie beczki przy użyciu tylko jednej lotki (klapy) prawej: model odchyla się wznosząc od toru *A* lekko w lewo aż przejdzie do położenia pionowego, *f* — to samo, lecz tylko z lotką (klapą) lewą: model odchyla się od toru *A* w dół; wniosek — aby móc wykonać poprawną beczkę lotki muszą mieć różne wychylenia, *g* — lekkie pochylenie toru lotu modelu w beczce szybkiej (niesterowanej), *h* — krótkie impulsy steru wysokości w dół poprawiają tor lotu z rys. *g*, *i* — zakręt bez straty wysokości wykonany lotkami z podtrzymaniem sterem wysokości, *j* — wykonanie górki: *1* — poprawne, *2* — pod wiatr, *3* — z wiatrem, *k* — wykonanie pętli zewnętrznej: *1* — poprawne, *2* — pod wiatr, *3* — z wiatrem; kształty figur *2* i *3* z rys. *j*, *k* — bez uwzględnienia poprawki na wiatr



Rys. 3-26


g
1/2 beczki
1/2 beczki
W
SLP
SLL
SWG
SWD
SMD
SMM
SKL
SKP
f
1/2 beczki
B
A
45°
W

Rys. 3-26 c. d.



Rys. 3-26. Technika pilotażu akrobacyjnego

Oznaczenia: *SLP* — lotka prawa, *SLL* — lotka lewa, *SWG* — ster wysokości w górę, *SWD* — ster wysokości w dół, *SKL* — ster kierunku w lewo, *SKP* — ster kierunku w prawo, *SMM* — mały gaz, *SMD* — duży gaz; jednoczesne oznaczenie *SMM* i *SMD* określa — średni gaz

Górne wykresy czynności pilotażowych w poszczególnych fazach lotu odnoszą się do modeli wieloczynnościowych, dolne — do modeli jednoczynnościowych ze skłonem osi silnika 5...7° W GÓRĘ; *W* — kierunek wiatru (zakreskowany — dla modeli jednoczynnościowych)

a — pętla wewnętrzna, *b* — przewrót, *c* — wywrót, *d* — zawrót, *e* — beczka sterowana, *f* — ósemka kubańska, *g* — ósemka stojąca, *h* — ślizg na ogon (przez łeb), *i* — pętla zewnętrzna, *j* — korkociąg, *k* — lot odwrócony (na plecach), *l* — beczka akcentowana, *ł* — ósemka w pionie, *m* — kołowanie na start (modele jednoczynnościowe).

nia. Podejście to musi być rozpoczęte wyżej niż w przypadku pogody cichej lub o słabym wietrze.

Szczególną odmianą akrobacyjnych modeli jednoczynnościowych są radiomodele z silnikami dużej mocy, ustawianymi ze skłonem osi w zakresie 7...10° w górę. Zastępuje to ster wysokości i ułatwia wykonywanie szeregu figur, m. in. pętli. Przy średnich obrotach silnika model leci poziomo, przy dużych — wznosi się, a przy małych — opada. To cała tajemnica. Technikę latania wyjaśnia rysunek 3-26. Praktyka wykazała, że najlepsze wyniki daje model górnopłatowca o rozpiętości rzędu 1,5...1,8 m, z profilem płaskowypukłym i silnikiem do 7,5...8 cm³ ze śmigłem ⌀ 280×150 mm, o grubym (15%) profilu symetrycznym statecznika poziomego i szerokim rozstawie kół głównych podwozia dwu- lub trzykołowego. Przykład takiego modelu podano na rysunku 2-1.

3.3.8. Akrobacja modeli wieloczynnościowych z napędem

Jest to szczytowa dziedzina współczesnego sportu modelarskiego. Akrobacja radiomodelarska doczekała się już badań psychologicznych. Wykazały one, że nie ma osób z wrodzonymi uzdolnieniami w tym kierunku, są tylko zawodnicy właściwie wytrenowani, o określonych, przydatnych cechach psychicznych. Nie wdając się w szczegółowe rozważania można powiedzieć, że szanse na dobrego akrobatę ma radiomodelarz o zdrowym systemie nerwowym, szybkiej reakcji, dobrej podzielności uwagi i koordynacji ruchów. Cechy te można ćwiczyć, otrzymując z czasem pożądany automatyzm działania w określonych sytuacjach. Jednak ten stan wymaga ciągłego treningu. Czołowi radiomodelarze świata poświęcają na treningi w akrobacji od 2...6 godzin dziennie przez okres 6...8 miesięcy w roku.

Jednocześnie badania wykazały, że sprawność radiomodelarzy ustępuje jeszcze sprawności wirtuozów gry na fortepianie. Jak wielką pracą jest to okupione wiedzą najlepiej sąsiedzi muzyków.

Jeden z najlepszych radiomodelarzy akrobacyjnych w świecie, inż. Edward Kazmirski z USA, trenuje średnio 2,5...3 h tygodniowo w okresie marzec — wrzesień. Przed zawodami norma treningowa wynosi 5 h lotu tygodniowo. W każdą sobotę i niedzielę wykonuje on 6...7 lotów po 10 minut.

Wicemistrz świata w akrobacji z 1965 roku — Belg Ch. Teuwen — przygotowywał się od października 1964 roku. Jego model „Trouble" został zbudowany w czterech wersjach z profilami płata: dwa z NACA 015 i dwa z NACA 2419 oraz z profilami statecznika poziomego — dwa z płaskim i dwa z symetrycznym. Najlepszy okazał się profil NACA 2419 z zaostrzonym noskiem i statecznikiem — płaską płytką. Zbudowano 9 takich samych modeli i rozpoczęto trening. W każdą sobotę — 40 lotów z pełnym programem akrobacji.

Każdy model był przez dwa miesiące opisywany w dzienniku: start, paliwo, regulacja, ustawienie iglicy gaźnika, zachowanie się przy różnej pogodzie oraz ustawienie poszczególnych trymerów w aparaturze do kierowania proporcjonalnego. Dla odprężenia w treningu Teuwen pilotował radiomodele szybowców.

Dla zapoznania się z lotniskiem zawodnik przybył na dwa dni przed zawodami do Szwecji i tam intensywnie trenował. W wyniku tych przygotowań zdobył wicemistrzostwo świata, co osobiście uważał za porażkę.

Typowe opóźnienie reakcji modelu latającego z napędem: *1* — Pilot

stwierdził dane położenie modelu = 0 s. *2* — Pilot puścił drążek manipulatora aby ster wrócił do neutrum = +0,02 s. *3* — Pilot wychylił drążek manipulatora = +0,015 s. *4* — Bezwładność aparatury odbiorczej i rozruch mikrosilnika w mechanizmie wykonawczym = +0,01 s. *5* — Ruch popychacza mechanizmu wykonawczego = 0,5 s. *6* — Bezwładność całego modelu = +0,2 s (zależy od konstrukcji i prędkości lotu). Razem = = 0,745 s. I o tym należy pamiętać podczas kierowania.

Na pokazach radiomodeli akrobacyjnych można spotkać nawet korkociąg złożony z 72 zwitek, rozpoczęty z dużej wysokości. Innym numerem popisowym są loty odwrócone tak nisko nad pasem betonowym, aby wykrzesać iskry z pionowej anteny stalowej modelu.

Zaskakujące wyniki dały badania czarnych mieszkańców Afryki — studentów — jako radiopilotów. Po pięciu minutach Murzyni, którzy nigdy w życiu nie widzieli w ogóle modelu i aparatury kierującej, doskonale dawali sobie radę z radiomodelami wieloczynnościowymi. Kierowali bardzo precyzyjnie, bez jakiegokolwiek napięcia nerwowego. Szczególnie wyróżniali się studenci pochodzący z Ghany. Fakt ten jest tłumaczony zdrowszym systemem nerwowym i umiejętnościami manualnymi mieszkańców Afryki.

Przeprowadzono też badania połączone z analizą czynnościową zdjęć filmowych, dwóch systemów manipulacji nadajnika: drążkami sterowymi i przyciskami (mikrowyłącznikami). Okazało się, że możliwość błędnego wysłania sygnału wynosi w przypadku drążka — 75%, w przypadku przycisków — 50%. Dalej, przyciski umożliwiają wysyłanie krótszych i szybszych impulsów, a poza tym nawet trzech sygnałów jednocześnie. Oczywiście, powyższe uwagi odnoszą się do systemów kierowania nieproporcjonalnego.

Technikę pilotażu akrobacyjnego wyjaśnia rysunek 3-26. Rozróżniamy: pilotaż przy użyciu aparatury do kierowania wieloczynnościowego z lotkami sprzężonymi ze sterem kierunku, pilotaż przy użyciu aparatury do kierowania wieloczynnościowego umożliwiającej wysyłanie dwóch sygnałów jednocześnie, pilotaż przy użyciu prostej aparatury do kierowania proporcjonalnego oraz pilotaż przy użyciu aparatury do kierowania proporcjonalnego z serwomechanizmami. Dodajmy jeszcze, że przy niezbyt silnym wietrze akrobację wykonuje się dowolnie, lekceważąc jego wpływ. Nawet starty i lądowania zdarzają się z bocznym wiatrem, jeśli się używa aparatury do kierowania proporcjonalnego.

3.3.9. Pilotaż w systemie ze sprzężonymi lotkami i sterem kierunku

Jest to system, który przy użyciu tylko 6 kanałów umożliwia spory program lotów akrobacyjnych.

Przewrót. Należy go wykonywać z możliwie najmniejszą prędkością, przy której lotki przestają być skuteczne, a ster kierunku, pozostający w strumieniu zaśmigłowym, nadal pracuje.

Korkociąg. Należy doprowadzić model do pełnego przeciągnięcia i utraty prędkości, dzięki czemu lotki przestaną być skuteczne. Wówczas ruch steru kierunku wywoła korkociąg (w lewo lub w prawo, w zależności od wychylenia steru). Silnik powinien pracować na pełnym gazie. Dobre wyniki daje dodanie wyłącznika odłączającego lotki na czas korkociągu, albo też dodanie klap oporowych wysuwanych z dolnej powierzchni płata.

Lot odwrócony oraz wszelkie figury z obrotem wokół osi podłużnej modelu. Są wykonywane normalnie i łatwo.

Pętla. Wymaga szczególnej uwagi lub odłączenia na ten czas lotek i ustawienia ich w neutrum.

Jeśli model wychodzi z pętli na boki, świadczy to o istnieniu zwichrowania. Gdy model schodzi w prawo, znaczy to, że ster kierunku musi być wychylony w lewo (odwrotne działanie steru w położeniu odwróconym). Ponieważ jednak model był przed tym regulowany do lotu prostego, powodu zejścia z kierunku należy szukać w lotkach (lub klapach wyważających na skrzydłach). W locie normalnym musieliśmy np. równoważyć efekt prawej lotki (zwichrowania) lewym wychyleniem steru. W locie odwróconym w pętli daje to efekt prawej lotki i prawego steru, a więc zejście modelu w prawo w górnym punkcie zwrotnym tej figury. I odwrotnie. Dlatego też należy zwracać szczególną uwagę na zwichrowania płata. Klapki wyważające (lotki) są jedynie półśrodkami. Lepiej jest zrobić nowe skrzydła.

Start i lądowanie z bocznym wiatrem. Jest dość trudne, zwłaszcza z podwoziem dwukołowym i grozi przewróceniem się modelu z powodu przesterowania. Jeśli musimy tak startować i lądować, trzeba w tej fazie ograniczyć do minimum ruchy steru (i lotek).

3.3.10. Pilotaż w systemie wieloczynnościowym

Pilotaż w systemie wieloczynnościowym należy do pilotażu klasycznego rozwijanego od przeszło 10 lat przy użyciu aparatur wielokanałowych, umożliwiających jednoczesne wysyłanie dwóch — trzech sygnałów.

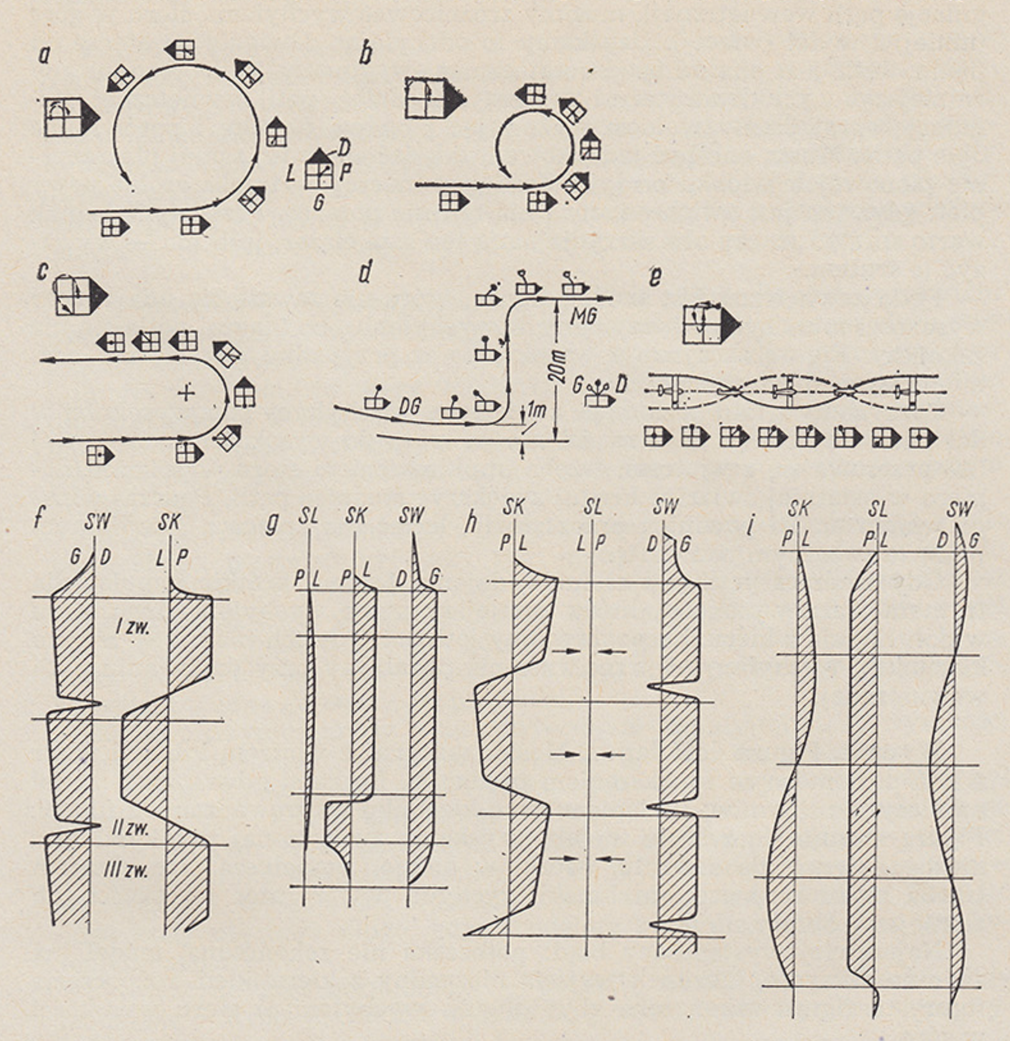
W uzupełnieniu rysunku 3-26 podajemy uwagi na temat regulacji.

Pętla wewnętrzna. Gdy model znajduje się na dużej wysokości i z boku od nas, dajemy pełne wychylenie w górę steru wysokości i tak trzymamy przez okres 3...6 pętli. Jeśli pętle są średniej wielkości — płynne i koliste — to w porządku. Jeśli pętle są za małe, znaczy to, że wychylenia steru są za duże. Może to być niebezpieczne, gdyż grozi przeciągnięciem i nagłym zwaleniem się modelu. Stąd warunek — duża wysokość! Aby otrzymać większe pętle zwiększamy długość dźwigni na sterze (mniejsze ruchy). Jeśli pętle są za duże — postępujemy odwrotnie. Dźwignia na sterze powinna być zawsze dłuższa z szeregiem otworów regulacyjnych. Po każdej regulacji ustawiamy statecznik poziomy w położeniu wyjściowym ustalonym podczas wstępnego oblatania modelu. W locie sprawdzającym dajemy pełne wychylenie steru wysokości w górę i obserwujemy pętlę z tyłu, musi ona przebiegać w jednej płaszczyźnie — pionowo.

Pętla wewnętrzna jest figurą prostą, lecz bardzo efektowną. Ustawiamy model dokładnie pod wiatr. Model szybowca lub model ze słabym silnikiem należy przedtem rozpędzić w łagodnym locie nurkowym („podusić"). W innych — dać duży gaz. Ster wysokości wychylamy impulsami przez cały czas trwania pętli (pełne wychylenia steru są przeznaczone dla korkociągu i krytycznych sytuacji nad ziemią). Przy skrajnym wychyleniu steru pętla byłaby zbyt ciasna. Od tej zasady zdarzają się jednak wyjątki (np. model „Taurus", który wykonuje pętle przy ciągłym wychyleniu steru). Podczas silnego wiatru należy w dolnym punkcie zwrotnym pętli

pozwolić modelowi przez chwilę lecieć poziomo (przerwać impulsowanie) zanim rozpoczniemy następną kolejną pętlę.

Jeśli model schodzi w bok z kierunku, np. w prawo (patrząc z tyłu), trzeba w dolnym punkcie zwrotnym pętli wychylić lotki w lewo lub ster kierunku w lewo (gdy nie ma lotek), a dopiero potem rozpoczynać następ-



Rys. 3-27. Technika pilotażu przy użyciu aparatury do kierowania proporcjonalnego
a — łagodny zakręt (widok z góry), *b* — ciasny zakręt (widok z góry), *c* — zakręt wokół punktu zwrotnego podczas wyścigu (widok z góry), *d* — stromy lot wznoszący (widok z boku), *e* — beczka (widok z boku i z góry); trójkąt narysowany przy manipulatorze oznacza jego stronę czołową ustawioną zgodnie z kierunkiem lotu modelu, *f* — korkociąg przekładany (polski), *g* — korkociąg na szybowcu, *h* — padanie liściem, *i* — beczka sterowana

ną kolejną pętlę. Gdy odchylenia są nadal duże, trzeba je korygować również w górnym punkcie zwrotnym pętli (model znajduje się na „plecach"). Także lotkami, ale wychylonymi w prawo.

Pętla zewnętrzna. Model musi być na bardzo dużej wysokości i nieco z boku od nas. Dajemy pełne wychylenie steru wysokości w dół, trzyma-

my tak i obserwujemy model. Jeśli pętla odwrócona jest tej samej średnicy co pętla wewnętrzna, a przy tym płynna i w jednej płaszczyźnie, wszystko w porządku! Jeżeli jednak pętla jest zbyt duża i zaostrzona w górę, trzeba regulować wychylenia steru wysokości. Ponieważ nie możemy zmienić długości dźwigni na sterze (bo naruszy to poprzednio ustaloną regulację pętli wewnętrznej), musimy zróżnicować wychylenia steru w górę (mniej) i w dół (więcej). Uzyskamy to odchylając dźwignię na sterze od pionu. Jeśli jest ona od spodu statecznika, wyginamy ją do przodu, aby zmniejszyć wychylenia steru i zwiększyć średnicę pętli zewnętrznej. Regulację sprawdzamy w locie wykonując pionową ósemkę i porównując obie pętle. Muszą one być jednakowe i układać się w tej samej płaszczyźnie pionowej w widoku od tyłu. Jeśli jest inaczej — trzeba zrobić nowy płat, gdyż ten jest zwichrowany i nic mu nie pomoże. Przed tym jednak warto sprawdzić, czy oba skrzydła mają ten sam ciężar, jeśli nie — wyważyć je śrutem.

Pętla zewnętrzna jest trudną figurą, która nie zawsze się udaje. Ster wysokości musi być przytrzymany w wychyleniu, bo inaczej pętla się nie zakończy. Figurę zaczynamy wysoko, bo w przypadku gdy się nie uda, model straci dużo wysokości.

Zaczynamy z lotu poziomego z wiatrem. Wychylamy ster wysokości w dół i tak trzymamy. Jeśli model nie powraca do wysokości początkowej lub przesuwa się z wiatrem, trzeba impulsowaniem steru wysokości (dopiero w ostatniej ćwiartce kręgu) zwiększyć średnicę pętli. Podczas silnego wiatru model powinien przez chwilę lecieć (na „plecach") w dolnym punkcie zwrotnym pod wiatr.

Gdy średnica pętli jest za mała, dajemy 1 lub 2 krótkie impulsy dla trymera steru wysokości, który zmniejszy pełne wychylenie tego steru w dół. Zejście z kierunku poprawiamy lotkami (gdy ich nie ma — sterem kierunku), wychylanymi przeciwnie niż podaliśmy przy omawianiu pętli wewnętrznej.

Wywrót. Figura dość łatwa. Można zaczynać z wiatrem lub pod wiatr z lotu poziomego ze zwiększeniem prędkości. Lotkami odwracamy model na plecy, a pełnym wychyleniem steru kierunku wyprowadzamy z figury. Figurę stosuje się zwykle w celu uzyskania zwiększonej prędkości lotu niezbędnej np. dla zawrotu, beczki w pionie, „kapelusza" itp. Czasem trzeba przed rozpoczęciem beczki wychylić w górę ster wysokości lub zmniejszyć obroty silnika.

Najczęściej występujący błąd: półbeczka nie zakończona, model ma zwis na skrzydło, kierunek wyjścia niezgodny z kierunkiem rozpoczęcia figury, a figura zakończona zbyt długim wychyleniem steru wysokości w górę.

Przewrót. Do wykonania tej figury wystarczą stery kierunku i wysokości. Rozpoczynamy dokładnie pod wiatr, który sam przesunie model wychodzący z przewrotu. Jeśli mamy mocny silnik rozpoczynamy figurę z wyrównanego lotu poziomego. Szybowiec lub model ze słabym silnikiem musimy przed tym rozpędzić („podusić"). Obroty silnika zmniejszamy tuż przed rozpoczęciem wznoszenia lub podczas jego trwania.

Impulsując wychylenia steru wysokości w górę należy uważać, aby nie przesadzić z niemal pionowym wznoszeniem, bo grozi to przewróceniem modelu na plecy. Dla modeli z napędem korzystniejszy jest przewrót w lewo dający mniejszy promień zakrętu. Lot wznoszący musi być

bez zwisów. Wszelkie poprawki robimy sterem kierunku, gdyż użycie lotek spowoduje wyjście z figury z odchyleniem kierunku lotu.

Treningi rozpoczynamy od opanowania łagodnego wznoszenia, następnie przechodzimy do przewrotu, zwiększając stopniowo stromość toru wznoszenia i precyzję przewrotu przez skrzydło, a także — wyprowadzenia. Oczywiście przewrót może być wykonywany w lewo lub w prawo.

Zawrót. Figurę rozpoczyna się z wyrównanego lotu poziomego z wiatrem. Następnie lekko dusimy model dla rozpędzenia, a w górnym punkcie zwrotnym wychylamy nagle lotki. Wbrew pozorom figura nie jest łatwa. Tajemnica powodzenia kryje się w umiejętności określenia właściwego momentu wychylenia lotek. Jeśli nastąpi to za wcześnie (gdy model jeszcze się wznosi) — model straci prędkość i poleci do przodu, jeśli za późno — model przejdzie do opadania i tylko energiczne wychylenie w górę steru wysokości wyprowadzi go do lotu poziomego.

Lot odwrócony. Najłatwiejsze jest przejście półbeczką pod warunkiem właściwego w czasie wyważenia podłużnego modelu trymerem steru wysokości. Lot odwrócony nie jest trudny, wymaga tylko nieco wprawy i przyzwyczajenia, że stery kierunku i wysokości działają odwrotnie (np. wychylenie w lewo steru kierunku daje zakręt w prawo), natomiast lotki — bez zmian. Lot ślizgowy (również modelu szybowca) odbywa się pod większym kątem niż normalnie, zwłaszcza przy niesymetrycznym profilu płata.

Jeśli nasz model nie ma lotek, przechodzimy do lotu odwróconego z półpętli. Model powinien być przy tym nieco bardziej rozpędzony niż do pętli zwykłej. Lot odwrócony odbywa się z prędkością większą niż lot normalny. Tuż przed górnym punktem zwrotnym pętli wychylamy w dół (czyli w tym położeniu — w górę) ster wysokości. Gdy nastąpi to za późno — model przejdzie do odwróconego lotu nurkowego, szybko się rozpędzi i trudno go będzie wyprowadzić.

Model utrzymujemy w locie odwróconym impulsami steru wysokości i jednocześnie lotkami lub sterem kierunku (gdy nie ma lotek).

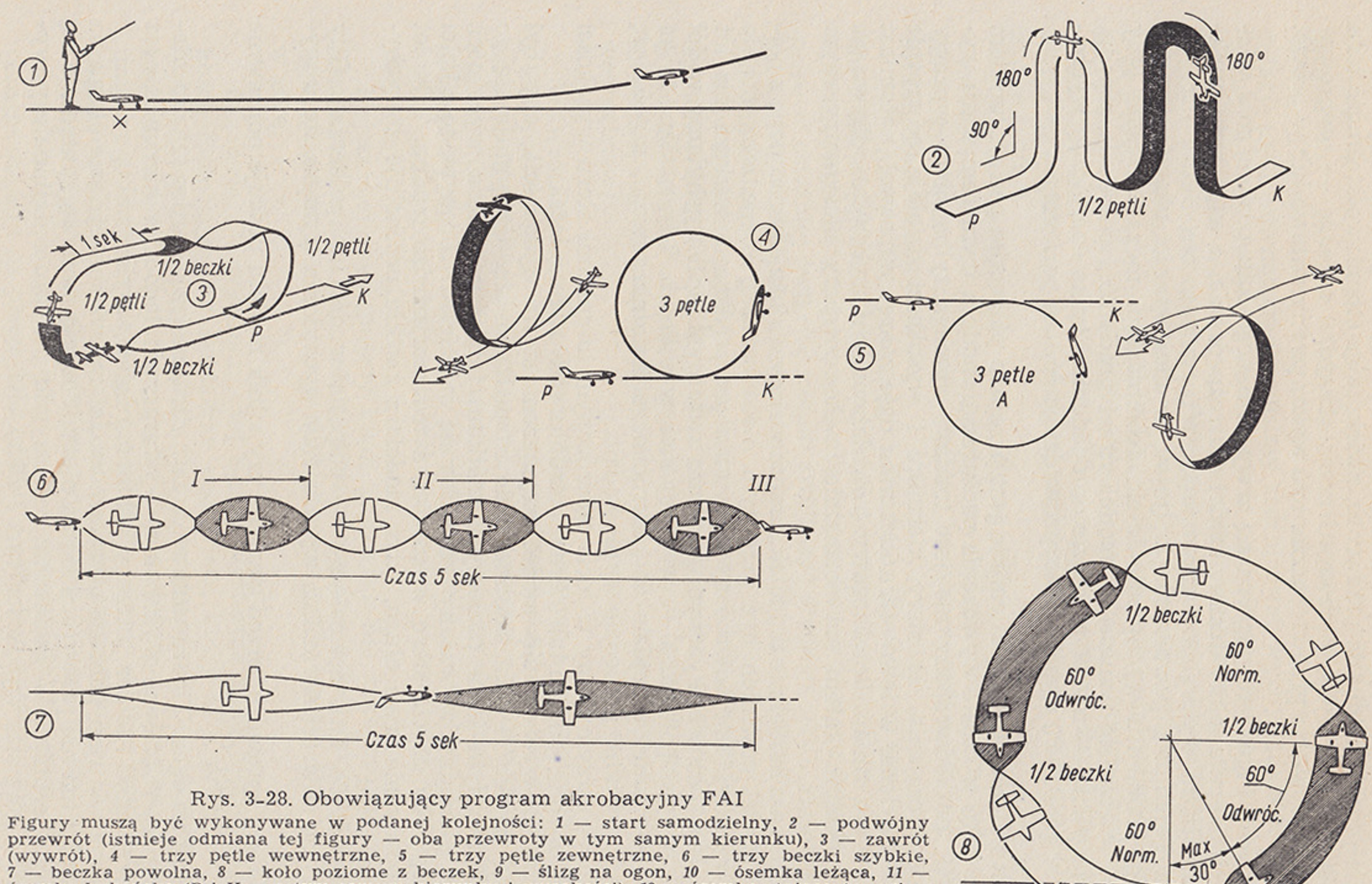
Czasem wyważa się model (trymerem steru wysokości), aby był „ciężki na łeb" i miał skłonności do rozpędzania się. Utrzymuje się go w odwróconym locie poziomym krótkimi impulsami steru wysokości. Model normalnie wyważony wznosiłby się w locie odwróconym, co z kolei wymagałoby użycia steru wysokości, a to rzecz bardzo trudna. Taki lot odwrócony nie trwa długo, gdyż modelarz zwykle przeholuje z wychyleniami steru.

Powrót do lotu normalnego — półpętlą w dół lub półbeczką. Gdy model się odwróci normalnie wycofujemy wychylenia trymera steru wysokości.

Należy sprawdzić przed startem, czy silnik modelu pracuje poprawnie w pozycji odwróconej.

Ślizg na ogon. Figura uznawana za najtrudniejszą. Bardzo rzadko zdarza się jej poprawne wykonanie. Wystarczy do tego ster kierunku oraz ster wysokości i to bez potrzeby jednoczesnego wychylania obu.

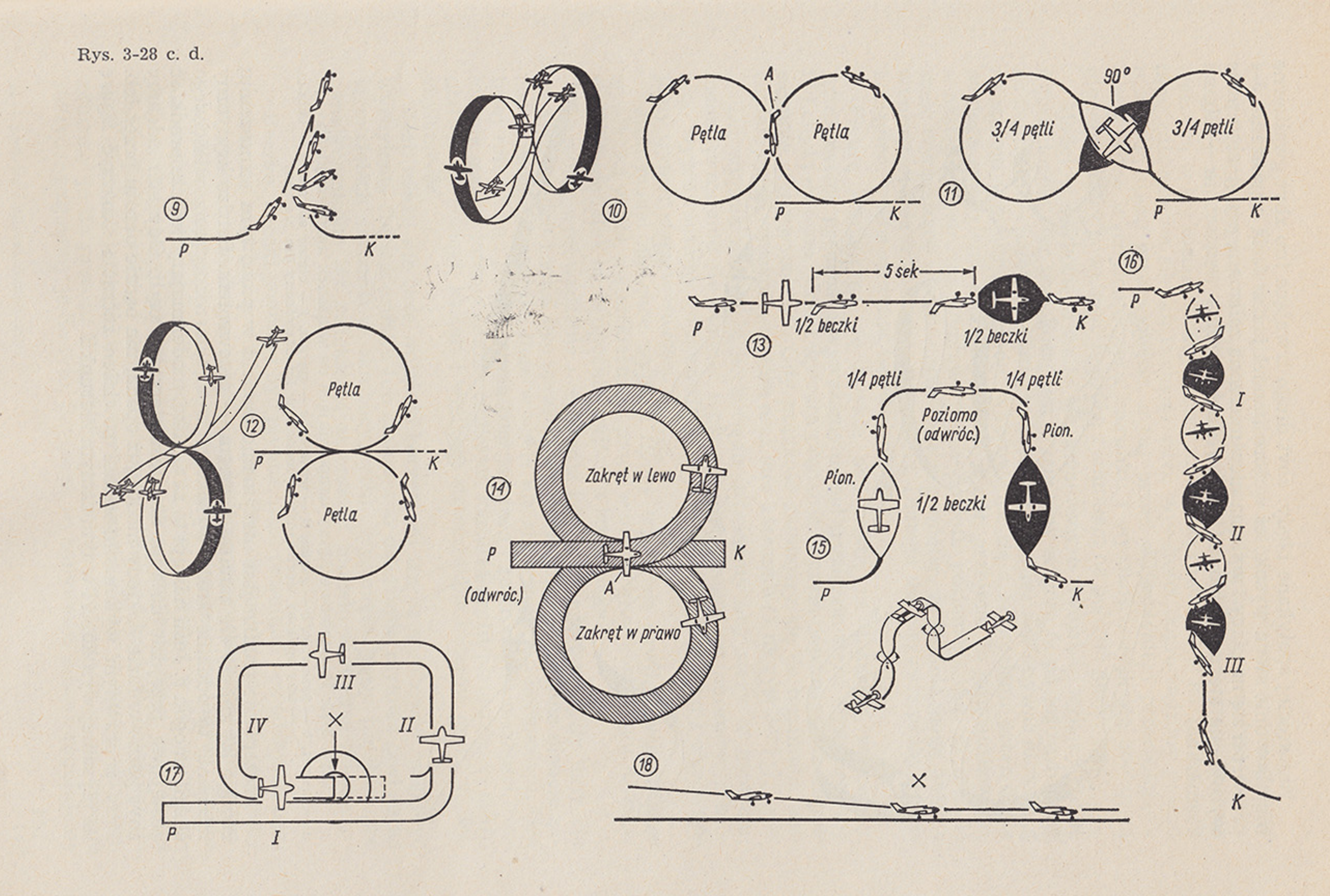
Lot z wiatrem pomaga utrzymać model we właściwej fazie ślizgu na ogon, aby ten nie przewrócił się na plecy. Pozycję pionową kontroluje się sterem kierunku. W momencie zawisu (ale nie wcześniej) należy wychylić w górę ster wysokości (rys. 3-26 *h*).



Rys. 3-28. Obowiązujący program akrobacyjny FAI

Figury muszą być wykonywane w podanej kolejności: *1* — start samodzielny, *2* — podwójny przewrót (istnieje odmiana tej figury — oba przewroty w tym samym kierunku), *3* — zawrót (wywrót), *4* — trzy pętle wewnętrzne, *5* — trzy pętle zewnętrzne, *6* — trzy beczki szybkie, *7* — beczka powolna, *8* — koło poziome z beczek, *9* — ślizg na ogon, *10* — ósemka leżąca, *11* — ósemka kubańska (*P* i *K* — o tym samym kierunku i wysokości), *12* — ósemka stojąca (uwagi — jak wyżej), *13* — lot odwrócony, *14* — ósemka odwrócona — w locie plecowym (*P*, *K*, *A* — o tym samym kierunku i wysokości), *15* — „kapelusz'' (uwagi — jak w *11*), *16* — trzy zwitki korkociągu (*P* i *K* — o tym samym kierunku), *17* — podejście do lądowania (x — lądowanie), *18* — lądowanie (x — punkt przyziemienia podwozia głównego)

Rys. 3-28 c. d.



9
P
K
10
A
Pętla
Pętla
P
K
90°
3/4 pętli
3/4 pętli
11
P
K
16
P
5 sek
P
1/2 beczki
13
1/2 beczki
K
12
Pętla
P
K
Pętla
1/4 pętli
1/4 pętli
Poziomo
(odwróc.)
Pion.
Pion.
1/2 beczki
15
P
K
14
Zakręt w lewo
P
K
(odwróc.)
A
Zakręt w prawo
I
II
III
K
III
IV
II
17
P
I
18

Najczęściej spotykane błędy: zbyt długo trwające lub zbyt gwałtowne impulsowanie steru wysokości w górę (model już w fazie wznoszenia *3-4* przewróci się na plecy i wykona niezamierzoną załamaną pętlę), zbyt małe wychylenia steru wysokości w górę (mało strome wznoszenie — figura rozmazana).



Rys. 3-29. Podstawowe figury uzupełniające do wiązanek akrobacyjnych
a — zawrót, *b* — przewrót, *c* — górka, *d* — wywrót, *e* — spirala, *f* — ciasna spirala, *g* — beczka, *h* — trzy sposoby wprowadzania modelu w lot odwrócony (na plecach)

Szczególnie trudne jest utrzymanie modelu w pionowym wznoszeniu; zwykle lot kończy się zamiast ślizgiem — przewrotem. Bardzo krytyczny moment, to oddanie steru wysokości w chwili rozpoczęcia właściwego ślizgu na ogon *6*. Jeśli nastąpi to za szybko, model mający jeszcze prędkość postępową przejdzie do tyłu do niezamierzonej pętli. Gdy ster oddamy zbyt późno w fazie *7*, kiedy model już opada, nie będzie obrotu przez łeb. Przy poprawnym wykonaniu model powinien zacząć i skończyć figurę na tej samej wysokości i w tym samym kierunku.

Korkociąg. Doświadczenie wykazało, że górnopłatowce, niezależnie od zastosowanego profilu, wykonują ciasny korkociąg o dużym skoku zwitki i ze znaczną prędkością kątową. Dolnopłatowce mniej chętnie wchodzą w korkociąg. Każdy model można wprowadzić w korkociąg, jeśli przy zdławionym silniku ruchami steru wysokości doprowadzimy powoli model do stanu przeciągnięcia, a tuż przed wystąpieniem przeciągnięcia damy pełne wychylenie steru kierunku i wysokości. Jeśli się korkociąg nie uda, należy powtórzyć tę próbę z silnikiem na pełnym gazie.

Model w korkociągu może się zachowywać dwojako: wykonywać tę figurę dopóki ster wysokości jest wychylony w górę (a po jego powrocie do neutrum — przejść do lotu nurkowego), albo też wykonywać korkociąg ze sterem w neutrum. Model wyprowadza się z korkociągu przez danie pełnego wychylenia steru wysokości w dół, przejście do lotu nurkowego, a następnie ostrożne wyprowadzenie do lotu poziomego. Są też modele same wychodzące z korkociągu. Należy pamiętać, że modele mogą w fazie wyprowadzania tracić wiele wysokości. Dlatego też pierwsze próby z korkociągiem trzeba zaczynać bardzo wysoko.

Figurę rozpoczyna się zwykle pod wiatr, na znacznej wysokości. Zmniejszamy prędkość i wyważamy model trymerem steru wysokości aby był ciężki na ogon. Model wytraca prędkość w czym dopomaga mu impulsowanie steru wysokości. Gdy prędkość zmniejszy się do minimum, wychylamy ster wysokości w górę oraz ster kierunku *(3* na rys. 3-26 *j)*.

Do wyjścia modelu z korkociągu ustawiamy oba stery w neutrum; model przestanie się obracać i przejdzie w stromy lot nurkowy, z którego wyprowadzamy go normalnie. Wreszcie dodajemy gazu i wyrównujemy trymer steru wysokości.

Jeśli model nie chce wyjść z figury trzeba na chwilę wychylić ster wysokości w dół, a ster kierunku przeciw obrotowi w korkociągu. Uwaga: wychylenie lotek może opóźnić wyjście z korkociągu.

Przebieg wprowadzenia i wyjścia z korkociągu jest z reguły inny dla różnych modeli i musi być sprawdzony doświadczalnie. Jedne modele zachowują się poprawnie, inne w ogóle nie chcą wejść do korkociągu. Gra tutaj rolę m. in.: powierzchnia boczna przed i za środkiem ciężkości, rozłożenie mas, położenie środka ciężkości, kształt i profil płata (cienki profil ułatwia korkociąg), kształt i wielkość stateczników i sterów oraz ich wychylenia.

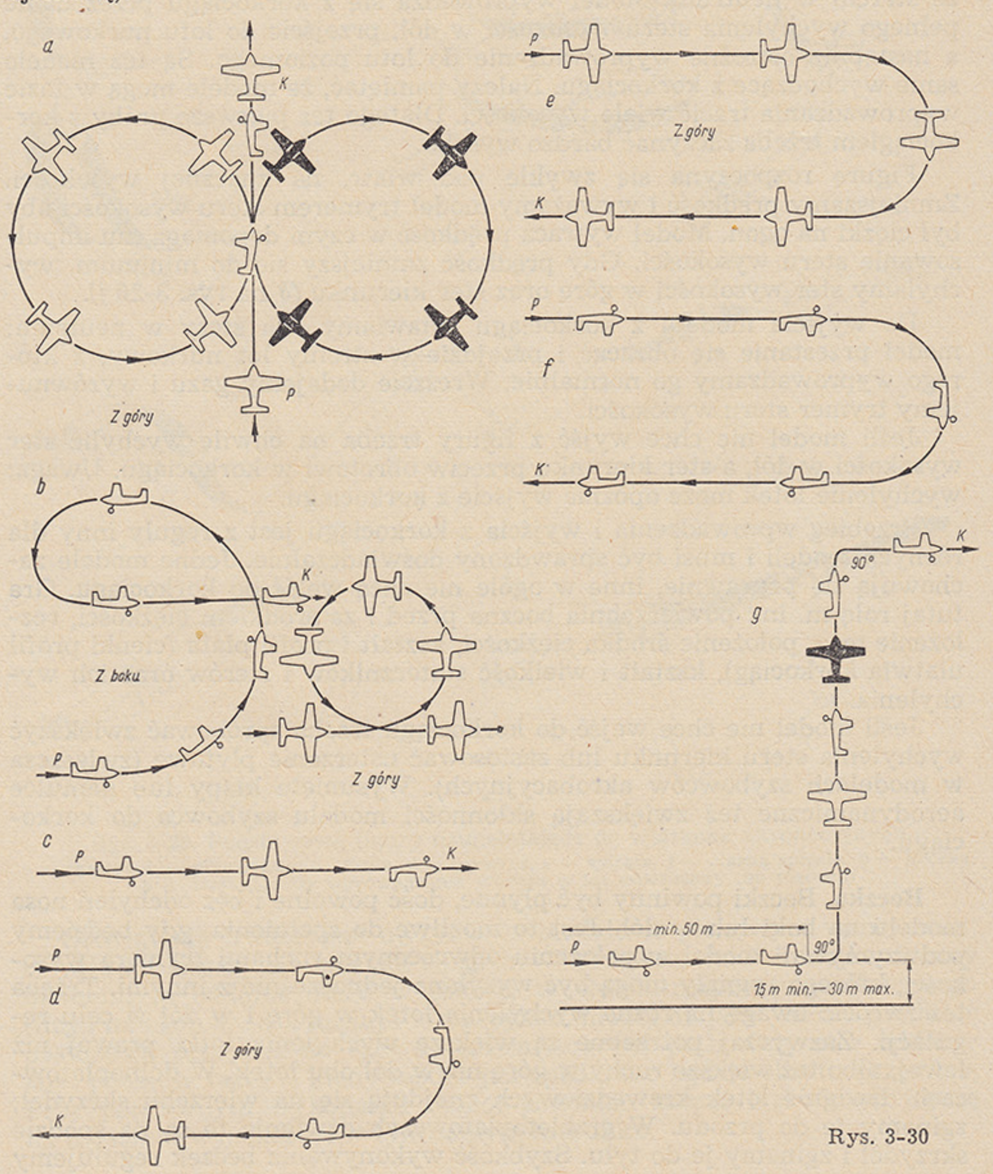
Jeśli model nie chce wejść do korkociągu trzeba spróbować zwiększyć wychylenia steru kierunku lub zastosować usterzenie płytowe (zwłaszcza w modelach szybowców akrobacyjnych). Wysunięte klapy lub hamulce aerodynamiczne też zwiększają skłonności modelu szybowca do korkociągu.

Beczka. Beczki powinny być płynne, dość powolne i bez odchyleń nosa modelu na boki lub w dół. Jest to możliwe do spełnienia, gdy będziemy podtrzymywali model w położeniu odwróconym ruchami trymera wysokości, którego sygnały mogą być wysyłane jednocześnie z innymi. Trzeba też zwrócić uwagę na różne wychylenia lotek w górę i w dół w celu regulacji. Zazwyczaj potrzebne są większe wychylenia lotki prawej niż lewej, albo też większe ruchy w górę niż w dół obu lotek. W dolnopłatowcach dźwignie lotek krawędziowych znajdują się na wierzchu skrzydeł; zginamy je do przodu. W grzbietopłatowcach dźwignie te są na spodzie skrzydeł i zginamy je do tyłu. Szybkość wykonywania beczek regulujemy

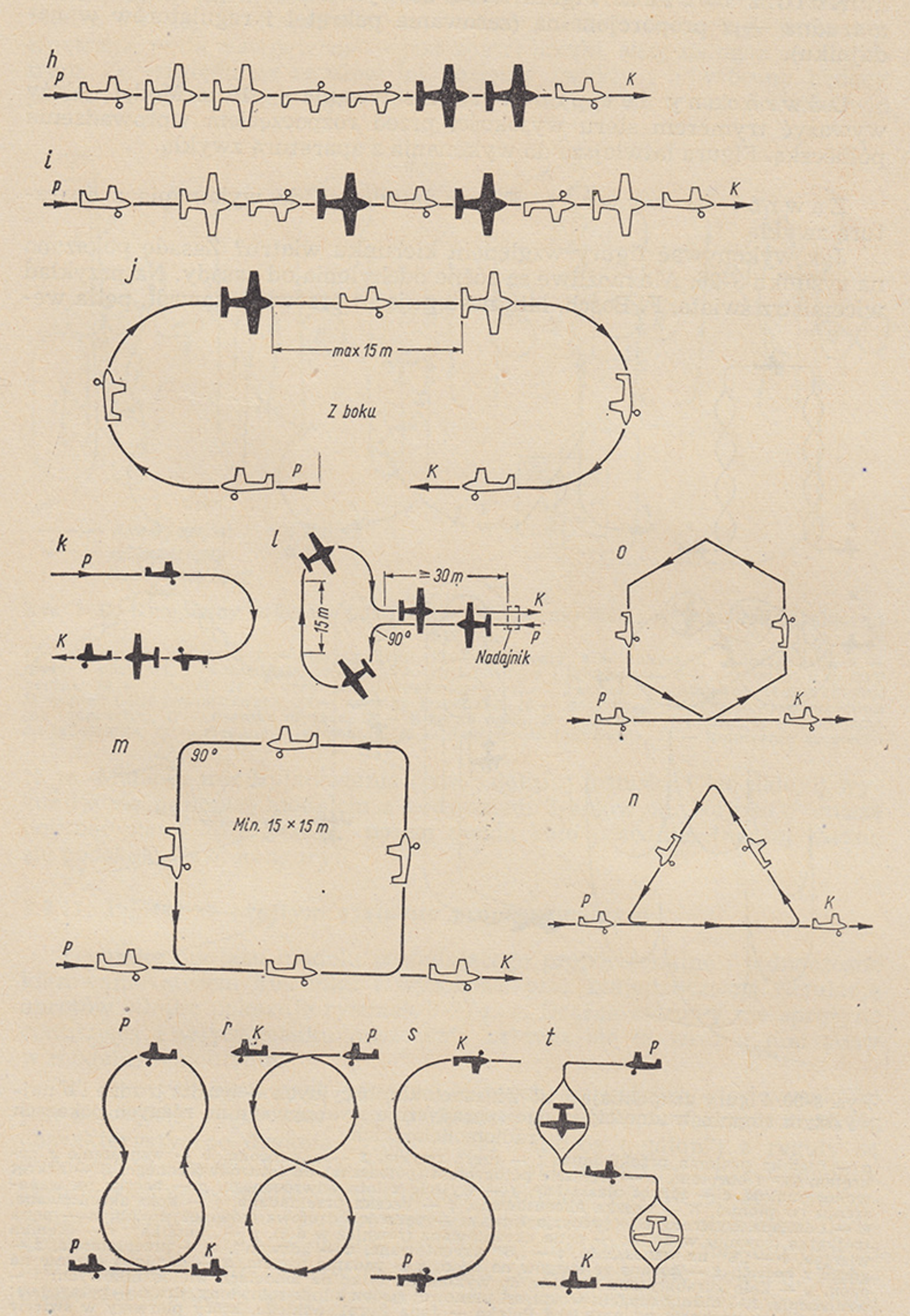
długością dźwigni lotek. Im dźwignia dłuższa, tym powolniejsze beczki. Łatwiej jest latać gdy model wykonuje szybkie beczki, ale jest to rzecz do uznania.

Seria beczek szybkich. Trzy beczki w czasie 4 s wykonuje się z wiatrem.

Beczka powolna. Jedna w czasie około 5 s. Warto zastosować dwa mechanizmy wykonawcze lotek: jeden dla małych wychyleń, drugi — dla wychyleń normalnych; oba z samoczynnym powrotem do neutrum. Figura ta jest trudna do wykonania z aparaturą zwykłą (nieproporcjonalną).



Rys. 3-30



h
p
K
i
p
K
j
max 15 m
Z boku
p
K
k
p
K
l
≥ 30 m
K
15 m
90°
p
Nadajnik
o
p
K
m
90°
Min. 15 × 15 m
p
K
n
p
K
p
p
K
r
K
p
s
K
p
t
p
K

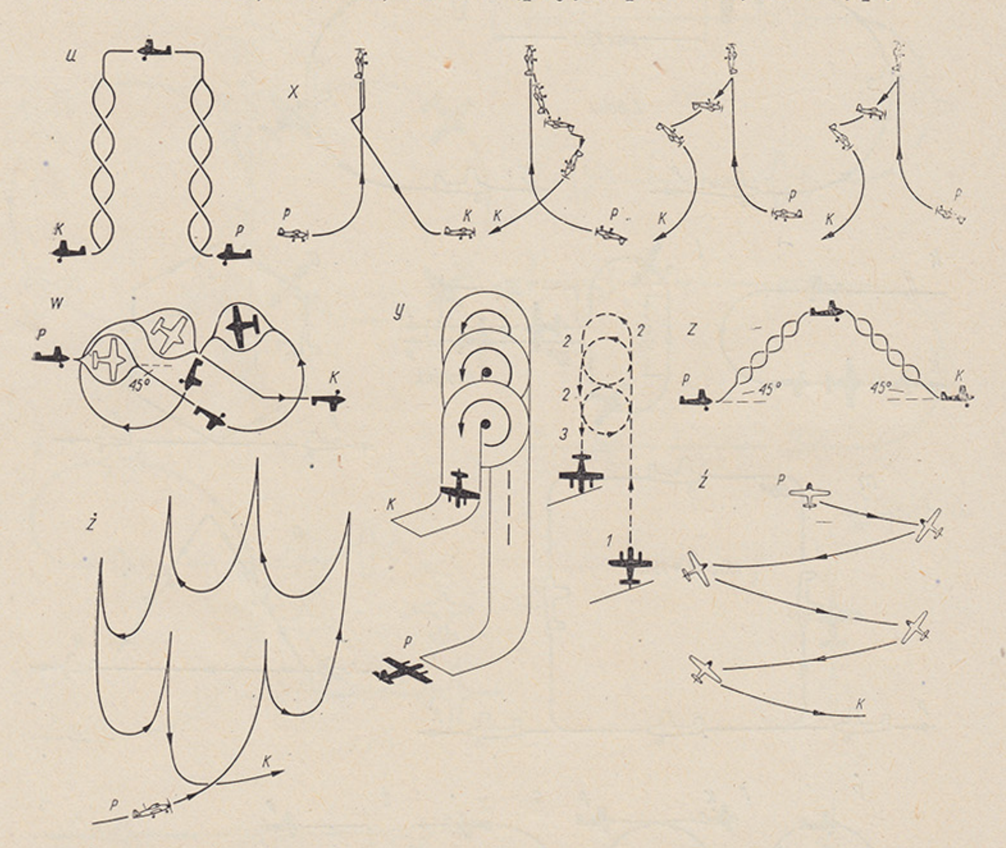
Rys. 3-30 c.d.

K o ł o z b e c z e k. Figura łatwa do wykonania z aparaturą zwykłą, a trudna — z proporcjonalną (zerowanie pokręteł i regulatorów w nadajniku).

O d w r ó c o n y l o t p r o s t y. Czas trwania — 10 s. Model należy wyważyć trymerem steru wysokości przed rozpoczęciem wprowadzenia półbeczką. Figura łatwiejsza do wykonania z aparaturą zwykłą.

Z a w r ó t — w y w r ó t. Figura łatwiejsza do wykonania z aparaturą zwykłą.

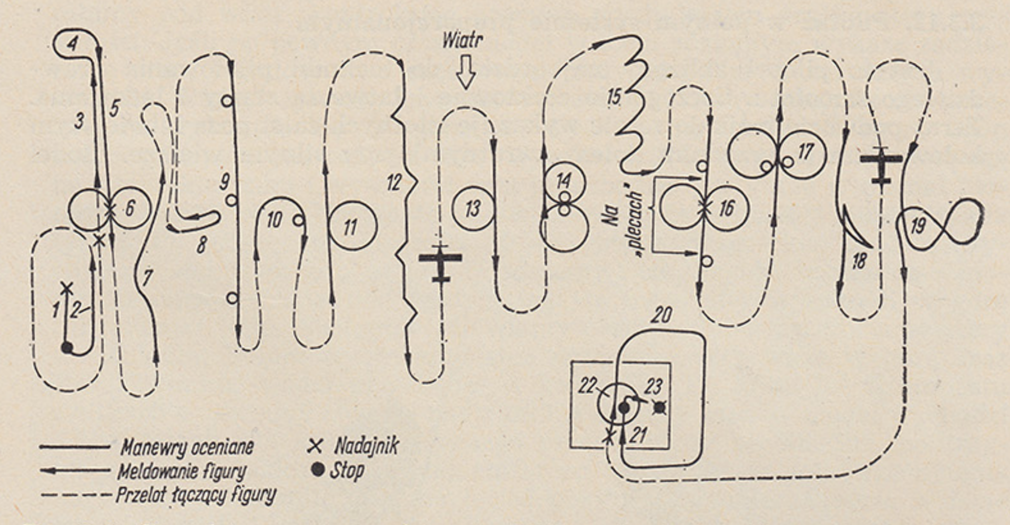
Jak wykonywać figury względem kierunku wiatru? Zasadę pokazano na rysunku 3-26. Ale możliwe są różne odchylenia od zasady. Na przykład wicemistrz świata, F. Bosch, lata następująco: przewrót, zawrót, pętla we-



Rys. 3-30. Figury uzupełniające do wiązanek akrobacyjnych — bardzo trudne i o najwyższym stopniu trudności; są one sporadycznie wykonywane na różnych pokazach radiomodelarskich

a — ósemka pozioma przekładana: *1* — część zwykła, *2* — odwrócona, *b* — wznoszenie z zakrętem 360° i obrotem, *c* — przejście półobrotem (półbeczką) do lotu odwróconego, *d* — zakręt wokół punktu, *e* — zakręt płaski 180°, *f* — wyjście z lotu odwróconego, *g* — beczka na wznoszeniu (w pionie), *h* — beczka akcentowana, *i* — beczka przekładana, *j* — koło akcentowane, *k* — odmiana wywrotu, *l* — precyzja lotu, *m* — pętla kwadratowa (również w dół), *n* — pętla trójkątna (również w dół), *o* — pętla akcentowana (również w dół), *p* — „butelka'', *r* — ósemka wisząca, *s* — „S'' na wznoszeniu, *t* — „S'' akcentowane, *u* — „dzwon'', *w* — przeplatanka, *z* — górka z beczek, *ż* — korona ze ślizgów na ogon, *ź* — padanie liściem, *x* — odmiana ślizgów na ogon, *y* — koło żurabatyczne możliwe do wykonania tylko na modelach wielosilnikowych: *1* — wznoszenie, *2* — obroty modelu wokół osi pionowej (jeden silnik zdławiony, drugi — pełny gaz); nazwa figury pochodzi od nazwiska Polaka — Jana Żurakowskiego, który pierwszy w świecie wykonał tę ewolucję na 2-silnikowym samolocie odrzutowym; *P* — początek, *K* — koniec figury

wnętrzna, wywrót — pod wiatr; pętla zewnętrzna, beczki, ślizg na ogon — z wiatrem; ósemka leżąca — pod wiatr (słaby) lub z wiatrem (silnym). Mistrz świata, E. Kazmirski, lata nieco inaczej: korkociąg, pętla zewnętrzna, pętla wewnętrzna — pod wiatr; beczki, ślizg na ogon — z wiatrem. Ze względu na sędziów lot poziomy zwykły i odwrócony będący podstawą do wszelkich figur Kazmirski wykonuje na wysokości zaledwie



Rys. 3-31. Kompletny program mistrzostw USA w akrobacji radiomodeli latających z napędem

1 — kołowanie na start, *2* — start z ziemi, *3* — lot prosty, *4* — zakręt, *5* — lot prosty, *6* — ósemka pozioma, *7* — międzylądowanie („dotknij lotniska i leć dalej"), *8* — przewrót, *9* — trzy beczki, *10* — zawrót, *11* — trzy pętle wewnętrzne, *12* — beczka akcentowana (4-punktowa), *13* — pięć pętli zewnętrznych, *14* — ósemka kubańska, *15* — korkociąg, *16* — ósemka odwrócona (na „plecach"), *17* — ósemka stojąca, *18* — ślizg na ogon, *19* — ósemka w pionie, *20* — podejście do lądowania, *21* — elegancja lądowania, *22* — dokładność lądowania, *23* — kołowanie ze startu

15 m. Manewr międzylądowania (tzw. „dotknij lotniska i leć dalej") wykonuje się najlepiej modelem z podwoziem 3-kołowym. Najpierw muszą dotknąć ziemi koła główne, potem opada koło przednie. Inaczej zaczną się podskoki (tzw. kangury).

3.3.11. Pilotaż w prostym systemie proporcjonalnym

Technikę pilotażu modelu posiadającego proporcjonalne i jednoczesne kierowanie sterem kierunku i wysokości oraz niejednoczesną regulację obrotów silnika pokazuje rysunek 3-27*a...e*. Drążek sterowy ma sprężynę centrującą i w przypadku puszczenia ustawia się (a wraz z nim stery w modelu) w neutrum.

W prostych systemach proporcjonalnych, w których ster wysokości jest najczęściej regulowany częstotliwością impulsów w zakresie 2...25 Hz charakterystyczne drgania tylnej części kadłuba („galop") z reguły są widoczne w zakresie 2...5 Hz. Aby uniknąć tych widocznych drgań modelu, stosuje się: zwiększenie częstotliwości impulsów (do 35...50 Hz), zwiększenie ciężaru modelu (dwukrotne zwiększenie ciężaru — zmniejsza dwukrotnie „galop" itd.), oddalenie mas od środka ciężkości modelu (ma to z kolei niekorzystny wpływ na sterowność i stateczność modelu). Natomiast stosowanie długiego ramienia i małej powierzchni steru wysokości

zwiększa możliwość występowania drgań (za to umożliwia wysterowanie dużego modelu słabym mechanizmem wykonawczym). Najkorzystniejszym typem modelu dla tego systemu kierowania są delty ze sterami kierunku i wysokości (a nie z lotkami). Modele z prostym systemem kierowania proporcjonalnego używa się najczęściej do wyścigu po trasie trójkątnej (rys. 3-33c).

3.3.12. Pilotaż w pełnym systemie proporcjonalnym

Jest to pilotaż zbliżony najbardziej do techniki pilotowania prawdziwego samolotu. Szczególnie efektowne i łatwe są starty i lądowania. Teraz podwozie trójkołowe nie wykazuje istotnych zalet poza łatwiejszym kołowaniem (z przednim kołem zwrotnym) przy silnym wietrze. Model



Rys. 3-32. Czołowy polski radiomodelarz — akrobata Sylwester Kujawa (z lewej) i jego model PEGUS-1 z silnikiem Fox-29

może mieć minimalny wznios oraz duże stery. Ogólnie mówiąc kierowanie proporcjonalne jest znacznie łatwiejsze do opanowania przez nowicjusza, niż dotychczasowe systemy. Przejście z aparatury zwykłej do proporcjonalnej nie powoduje żadnych trudności, z wyjątkiem początkowych skłonności pilota do zbyt wielkich wychyleń sterów (przesterowania). Szczególnie wygodna jest możliwość dowolnego, płynnego wyważania (trymowania) modelu w locie, co oczywiście nie wyklucza konieczności prawidłowego jego zaprojektowania i zbudowania.

Start. Utrzymanie kierunku podczas kołowania na start wykonujemy przez wychylenia steru kierunku i koła przedniego (lub ogonowego). Star-

tujemy z pełnym gazem, skupiając uwagę podczas rozbiegu na korekcie steru kierunku. Gdy model nabierze prędkości wychylamy o kilka stopni ster wysokości i utrzymujemy łagodne wznoszenie do wysokości rzędu 30 m, a następnie przechodzimy do lotu poziomego. Podczas startu możemy dokonywać korekty lotkami.

Ewolucje. Zakręty 180° w lewo i w prawo wykonujemy lotkami. Pętle robimy pod wiatr, kontrolując promień wychyleniem drążka steru wysokości. Jeśli po pewnym czasie model w locie poziomym wykaże zadzieranie nosa, świadczy to o częściowym zużyciu paliwa i naruszeniu wyważenia. Wtedy używamy trymera wysokości i latamy dalej. Beczki przekładane wykonuje się energicznymi wychyleniami lotek. Ślizg na ogon rozpoczynamy z wiatrem na dużej wysokości. Następnie skupiamy uwagę na sterze kierunku i wysokości oraz przechodzimy płynnie w niemal pionowe wznoszenie. Następnie zdławiamy obroty silnika i model spada tyłem. Po przebyciu odległości równej trzem długościom modelu wychylamy ster wysokości w górę i dodajemy gazu. Szybką beczkę na wznoszeniu rozpoczynamy pod wiatr ściągając nieco ster wysokości w górę i ustawiając lotki. Następnie zdławiamy obroty silnika i ustawiamy stery w neutrum. Potem wychylamy ster wysokości całkowicie w górę oraz ster kierunku. Model przechodzi w korkociąg. Po kilku lub kilkunastu zwitkach ustawiamy stery w neutrum i dodajemy gazu — model wychodzi z korkociągu. Do lotu odwróconego przechodzimy z półbeczki, podtrzymując model lekkim wychyleniem steru wysokości w dół. Przechylenia korygujemy lotkami. Możemy lecieć prosto i łagodnie zakręcać w locie odwróconym.

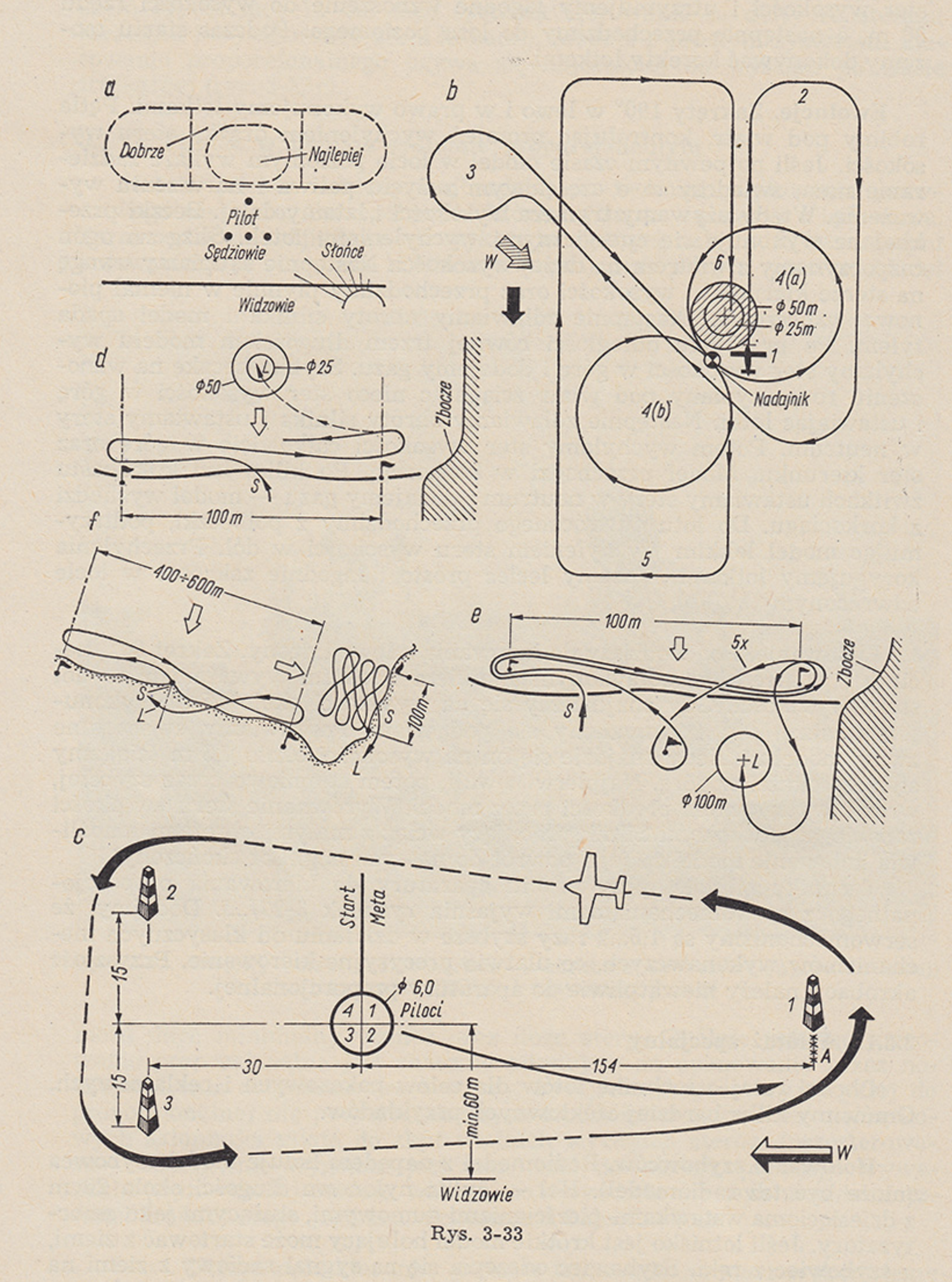
Lądowanie. Podchodzimy do lądowania z lewej strony. Zakręt 90°. Lecimy z wiatrem, ze zdławionym silnikiem i lekkim wyważeniem w dół steru wysokości. Gdy znajdziemy się na wysokości około 15 m wykonujemy zakręt 90° i ustawiamy się pod wiatr. Poprawiamy ewentualne zwisy modelu i kiedy znajdzie się on na wysokości około 0,5 m ściągamy ster wysokości w górę. Najpierw powoli, potem stopniowo coraz szybciej, wraz z wytracaniem prędkości przez model. Wyrównanie steru wysokości zapobiega podskokom. Silnik pracujący wciąż z małymi obrotami umożliwia kołowanie modelu i jego powrót do naszych nóg. Lot skończony!

Technikę pilotażu przy użyciu aparatury do kierowania proporcjonalnego z serwomechanizmami wyjaśnia rysunek 3-27*f*...i. Dodajmy, że serwomechanizmy są 1,5...2 razy szybsze w działaniu od klasycznych mechanizmów wykonawczych, co ułatwia precyzyjne kierowanie. Przyszłość akrobacji należy niewątpliwie do aparatury proporcjonalnej.

3.3.13. Pilotaż specjalny

Chodzi tutaj o technikę lotów dla celów pokazowych i reklamowych. Omówimy kilka bardziej efektownych przykładów.

Holowanie szybowców. Radiomodel z napędem holuje model szybowca (może być też radiomodel). Hol — żyłka nylonowa długości około 20 m z dziesięcioma wstawkami-pierścieniami gumowymi, służącymi jako amortyzatory. Jeśli lotnisko jest krótkie model holujący może startować z ziemi, a szybowiec z ręki. Szybowiec odczepia się na sygnał radiowy z ziemi na wysokości rzędu 250 m. Model holujący musi najpierw zrzucić nad star-



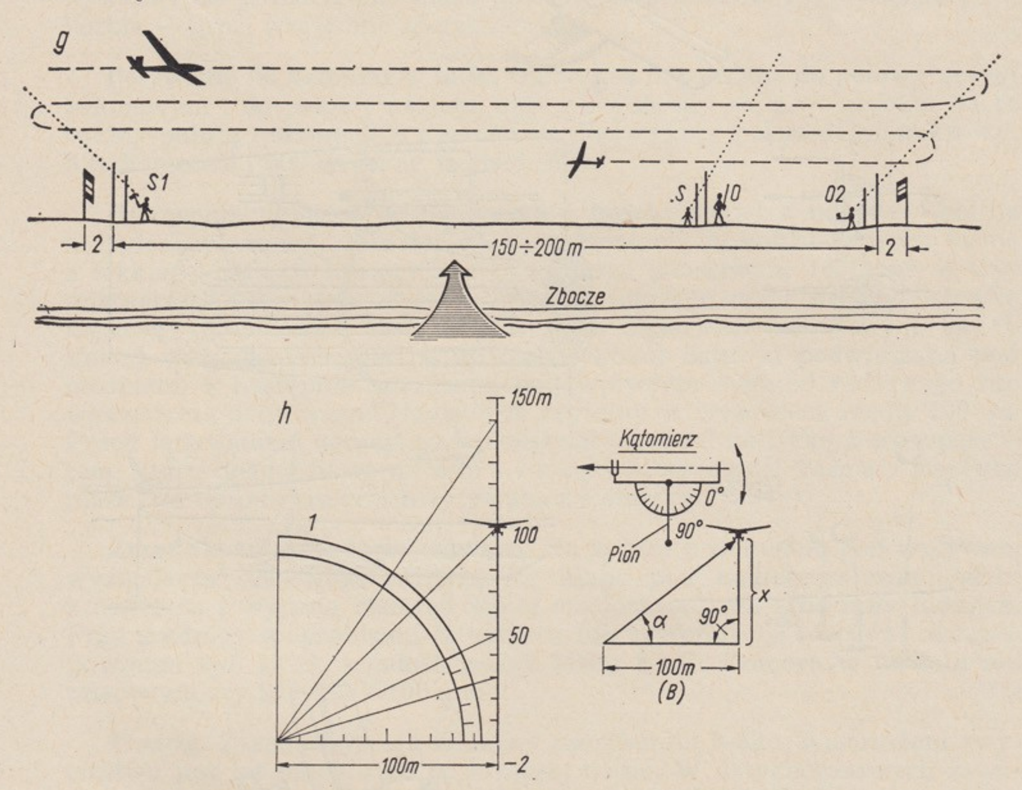
a
Dobrze
Najlepiej
Pilot
Sędziowie
Słońce
Widzowie
b
2
3
W
6
4(a)
ϕ 50m
ϕ 25m
1
Nadajnik
4(b)
5
d
ϕ 25
ϕ50
L
Zbocze
S
100 m
f
400÷600m
S
L
100m
S
L
e
100m
5x
Zbocze
S
L
ϕ 100m
c
2
Start
Meta
ϕ 6,0
Piloci
4 1
3 2
15
15
30
154
1
A
3
min.60 m
W
Widzowie

Rys. 3-33

tem linkę, a następnie wylądować. Szczegóły konstrukcyjne na rysunku 3-34 *a*.

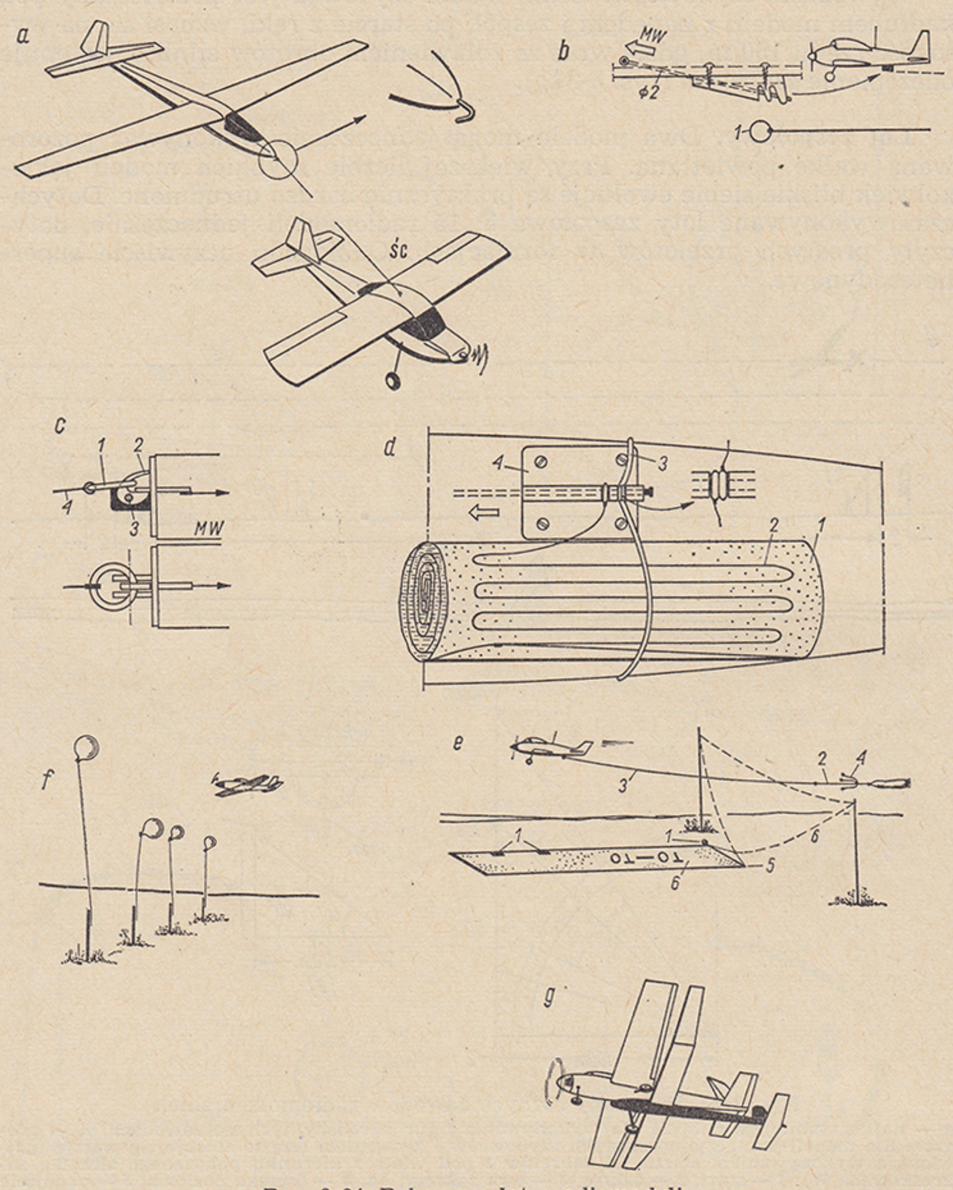
Wywożenie szybowców. Lekki model szybowca jest podwieszany pod kadłubem modelu z napędem i zespół, po starcie z ręki, wznosi się na wysokość rzędu 150 m, gdzie wraz ze zdławieniem obrotów silnika następuje odczepienie szybowca (rys. 3-34*g*).

Lot zespołowy. Dwa modele mogą jednocześnie wykonywać pozorowaną walkę powietrzną. Przy większej liczbie szybkich modeli jakiekolwiek bliskie siebie ewolucje są praktycznie bardzo utrudnione. Dotychczas wykonywane loty zespołowe 3...15 radiomodeli jednocześnie, dotyczyły prostych przelotów w formacjach. Odbiorniki oczywiście superheterodynowe.



Rys. 3-33. Programy różnych zawodów radiomodelarskich

a — najkorzystniejsze miejsce dla wykonywania figur akrobacyjnych na zawodach, *b* — program dla modeli jednoczynnościowych szybowców i z napędem (często stosuje się wersję ułatwioną z wykonywaniem startu *1* i zakrętów *3* pod wiatr z kierunku pokazanego strzałką zakreskowaną *W*): *1* — start, *2* — zakręt, *3* — dwa zakręty, *4a*, *b* — ósemka pozioma, *5* — podejście do lądowania, *6* — lądowanie w kole dużym lub małym; o innych ułatwionych wersjach tego programu piszemy w tekście, *c* — trasa wyścigu wokół 3 punktów zwrotnych; *A* — 1—4 sędziów (w zależności od liczby jednocześnie startujących modeli, ale max. — 4) z chorągiewkami (tylko przy tym punkcie zwrotnym), *d* — loty szybowców zboczowych na celność lądowania w kole w dolinie, *e* — to samo, lecz z lądowaniem w kole na szczycie (z warunkiem 5-krotnego oblotu trasy), *f* — loty szybowców zboczowych na czas (dwie wersje — w zależności od zbocza i kierunku wiatru), *g* — loty prędkościowe lub odległościowe na zboczu: *O* — modelarz, *S* — sędzia główny, *S1*, *S2* — sędziowie boczni, *h* — pomiar wysokości w zawodach zboczowych na przewyższenie: *1* — kątomierz z przeziernikiem zamocowany na statywie i znajdujący się na stanowisku sędziowskim na szczycie, *2* — wyznaczona baza $B = 100$ m, gdzie musi się zameldować model dla dokonania pomiaru; uzyskana wysokość $x = B \cdot \text{tg}\,\alpha$, gdzie — α, to kąt zmierzony przez sędziów; kątomierz może być wycechowany od razu w metrach (jak na rys. *h*)



Rys. 3-34. Pokazowe loty radiomodeli

a — holowanie szybowców (najprostsze rozwiązanie), *b* — to samo, lecz z ulepszonym zaczepem: *1* — zaczep holu, *c* — zaczep w szybowcu: *1* — zaczep holu, *2* — zaczep właściwy, *3* — oś obrotu, *d* — transparent holowany przez model: *1* — transparent zwinięty, *2* — hol, *3* — opaska gumowa wokół kadłuba zakończona dwoma kółkami z drutu przy zaczepie, *4* — zaczep z rys. *b*, *e* — podchwytywanie transparentu z ziemi: *1* — ciężarki, *2* — guma, *3* — hol, *4* — kotwiczka, *5* — listwa; zamiast masztów można ustawić dwie osoby trzymające w uniesionych rękach pętlę holowniczą *6*; inne rozwiązania konstrukcyjne transparentów opisujemy w tekście, *f* — polowanie na baloniki na uwięzi; górne listewki — balsowe, *g* — wywożenie modeli szybowców pod kadłubem modelu z napędem (lub na grzbiecie)

Lot ze smugaczami. Smugacze zamocowane np. pod kadłubem modelu podnoszą efektowność akrobacji zostawiającej dość trwały ślad na niebie. Smugi dymowe mogą być białe lub barwne.

Polowanie na lisa. Każdy model z napędem ma doczepioną barwną taśmę z krepy długości około 5 m. Każdy z zawodników stara się odciąć śmigłem „ogon" przeciwnika. W dotychczasowych pokazach tego rodzaju brało jednocześnie udział 2...5 walczących modeli.

Polowanie na baloniki na uwięzi. Każdy balon jest zawieszony na pręcie balsowym 10×10 mm lub 20×20 mm, długości 1...2,8 m, w zależności od siły wiatru (im wiatr silniejszy, tym większy pręt). Balony napełnione powietrzem są trafiane przez przelatujące modele z napędem; dla utrudnienia może to być dokonane w locie odwróconym (rys. 3-34 *f*). Praktyka wykazała, że jednocześnie mogą polować dwa modele. Przy większej ich liczbie — grozi wzajemne zderzenie.

Polowanie na baloniki w locie. Balony są napełniane do połowy gazem balonowym i do połowy azotem, aby nie wznosiły się zbyt szybko. Na te balony polują radiomodele z napędem. Największy pokaz dotychczasowy: 5 radiomodeli i 500 balonów jednocześnie.

Holowanie napisów reklamowych i haseł. Model z napędem holuje na żyłce nylonowej, długości 3,5 m, zaczepionej w końcu kadłuba taśmę z lekkiego batystu lub szyfonu (o ciężarze właściwym 16 G/m^2) o wymiarach 0,4×2 m (rys. 3-34*d*). Taśma z napisem ma z przodu listewkę balsową 10×10 mm obciążoną u dołu ciężarkiem ołowianym 20 G. Całość waży 60 G i jest po zwinięciu wokół listewki podwieszana pod modelem, a następnie odrzucana pod wpływem sygnału radiowego lub wyzwalacza lontowego. Napis jest czytelny z wysokości rzędu 100 m. Przed lądowaniem zaczep na końcu kadłuba zwalnia linkę z transparentem, który opada. Start modelu — z ręki lub z ziemi. Taśma z napisem może być też od razu podchwytywana z ziemi (rys. 3-34*e*).

Zrzut skoczka spadochronowego. Na sygnał z ziemi lub pod wpływem wyzwalacza czasowego otwiera się klapa pod kadłubem radiomodelu z napędem i wypada stamtąd kukła spadochroniarza albo inny ładunek. Przy średnicy spadochronu (z batystu lub szyfonu) 0,8 m ciężar skoczka powinien być 35 G, a całość ważyć około 80 G. Komora w modelu ma mieć wymiary 90×100×100 mm.

Wyścig. Zasadę wyścigu widzimy na rysunku 3-33*c*. Warunkiem zwycięstwa jest lot modelu po najkrótszej trasie. W dotychczasowych zawodach startują na raz 2...3 modele, w przyszłości liczba ta zapewne wzrośnie.

Wyścig radiomodeli na trasie trójkątnej (rys. 3-33c) obejmuje 10 okrążeń (4 km). Zawodnicy startują bez pomocników. Jeśli walczą naraz 4 modele, ich start odbywa się co 3 s. Przy 1 punkcie zwrotnym ustawia się tylu sędziów (finiszerów) z różnobarwnymi chorągiewkami ile modeli na raz bierze udział w wyścigu (najwyżej 4). Są oni oddaleni około 5 m od *1* punktu zwrotnego, a przy punktach zwrotnych *2* i *3* stoją jak najbliżej (ale najczęściej rezygnuje się z ich obecności przy tych punktach). Minimalna wysokość lotu — 8 m; niższy lot pociąga za sobą dyskwalifikację. Czas na przygotowanie do startu — 3 min. Maksymalny czas

lotu — 6 min. Ominięcie punktu zwrotnego zmusza do powtórzenia zakrętu. Zdarza się również, że do wyścigu nie są dopuszczane modele dwupłatowców i delt.

Punkty zwrotne (pylony) mają postać ściętych graniastosłupów o podstawie dolnej 1×1 m, górnej 0,5×0,5 m i wysokości 3 m uzupełnionej masztem flagowym ⌀ 25×900 mm. Od masztu do narożników górnej podstawy graniastosłupa odchodzą cztery linki ⌀ 2...2,5 mm z różnobarwnymi proporczykami.

Jako ciekawostkę warto podać, że w wyścigu radiomodeli prawidłowy zakręt wokół punktu zwrotnego wykonuje się dość nietypowo. Otóż jeśli punkt zwrotny umieścimy umownie w środku tarczy zegara, a kierunek lotu modelu jest przeciwny ruchowi wskazówek, zaś kierunek wiatru jest z godziny 12 do 6, to największe przechylenie modelu powinno wypaść na godzinie 9, natomiast najmniejsze — na godzinach 6 i 12. W ten sposób wykonuje się zakręt z najmniejszą stratą drogi i czasu. A to się właśnie liczy w wyścigu.

Pilotaż radiomodeli o układzie delta. Wyważenie normalne 35...40% największej głębokości płata. W modelach z aparaturą wielokanałową (co najmniej 4 kanały) wyważenie — około 40% (odliczając powierzchnie sterowe). Maksymalne w praktyce tylne położenie środka ciężkości — 48%.

W chwili startu trymer steru wysokości wychyla się w górę. Następnie bardzo łagodnie powraca do neutrum, bo inaczej grozi przeciągnięcie. Wznoszenie musi być łagodne.

Do akrobacji wykorzystuje się tylko lotki i ster wysokości. Wykonanie ewolucji nie wymaga wstępnego rozpędzania modelu w locie nurkowym. Korkociąg wykonuje się przy pełnym wychyleniu trymera steru wysokości w górę, a następnie impulsami steru wysokości uzyskujemy przeciągnięcie modelu i w tym momencie dajemy pełne wychylenie steru wysokości w górę i energicznie wychylamy lotki.

Lądowanie przeprowadzą się na małym gazie i zaraz wychyla się całkowicie trymer steru wysokości w górę. Lot ślizgowy powinien być szybki, ale łagodny. Trymer steru wysokości może mieć duże wychylenia; w najgorszym razie model zwiększy kąt opadania z uniesionym nosem. Model przyziemia się najpierw na koła tylne, a potem opada na przednie.

Starty z wody. Są dość łatwe, ponieważ po nabraniu prędkości przez model następują automatycznie. Trzeba tylko utrzymywać kierunek rozbiegu. Gdy model wejdzie w ślizg korzystne jest energiczne, ale krótkie, wychylenie steru wysokości w górę. Podczas wodowania należy uważać, aby dzioby pływaków nie zanurzyły się pod fale, gdyż grozi to przewróceniem się modelu. Modele wodnosamolotów łodziowych są pod tym względem mniej kłopotliwe.

Loty w różnych warunkach atmosferycznych. Są to przede wszystkim loty zimowe i w deszcz. Większość aparatur kierujących zapewnia teoretycznie niezawodną pracę do —10°C. Tak jest istotnie w przypadku nadajników lampowych. Stosując nadajniki całkowicie tranzystorowe należy się liczyć z możliwością zaniku łączności już przy temperaturze otoczenia ±0°C. Nadajniki lampowe pracują nawet do —20°C i więcej. Latając zimą trzeba stosować źródła zasilania o większej pojemności niż normalnie oraz wystrzegać się ustawiania nadajnika bezpośrednio na ziemi lub śniegu. Odbiorniki są mniej wrażliwe na zimno, ponieważ w szczelnie

zakrytym kadłubie temperatura zawsze jest wyższa niż na zewnątrz. Ale im mniej kanałów, tym lepiej. Kłopoty są natomiast z wszelkimi elementami gumowymi (mocowanie płata i podwozia, napęd rozdzielaczy gwiazdowych itp.) oraz plastykowymi, które twardnieją i łatwo ulegają zniszczeniu. Trzeba też unikać olejenia mechanizmów wykonawczych itp. Modele mogą być na nartach, co ułatwia starty z ziemi. Latanie w słoneczną zimową pogodę przy lekkim mrozie jest bardzo przyjemne, należy tylko pamiętać, że ubity lub zlodowaciały śnieg nie jest wcale miękkim puchem. Podobnie jak zamarznięta ziemia.

Latanie w deszcz nie nasuwa szczególnych trudności poza ogólnymi nieprzyjemnościami związanymi ze wzrostem ciężaru modelu oraz pogorszeniem widoczności. Piloci w okularach mają swoje problemy. Na zawodach co chwilę przecierają im szkła stojący obok pomocnicy.

Loty przy wysokiej temperaturze otoczenia (powyżej +30°C) wymagają chłodzenia nadajników, np. przez owijanie ich obudowy mokrymi ręcznikami. Wnętrze modelu powinno mieć wentylację, a na ziemi trzeba nadajnik i model chronić w cieniu.

Jeśli musimy latać przy temperaturze powyżej 38...40°C można stosować obłożenie odbiornika woreczkami plastykowymi z suchym lodem lub nasycenie gąbki gumowej, w którą owijamy odbiornik, spirytusem skażonym.

Loty w różnych warunkach klimatycznych. Wysokość lotniska nad poziomem morza ma wpływ jedynie na pracę silnika i właściwości lotne modelu. Jako ciekawostkę można podać, że w stolicy Kolumbii — Bogocie — położonej 2500 m nad poziomem morza lata regularnie ponad 20 radiomodelarzy. Trzeba tylko stosować silniki większe o jedną kategorię pojemnościową oraz modele o większej powierzchni nośnej.

Gorzej wygląda sprawa z lataniem w tropikach. Tutaj aparatura kierująca podlega ujemnym wpływom temperatury i wilgotności. Praktyka wykazała, że w tych strefach klimatycznych dostateczną niezawodność wykazują tylko aparatury fabryczne produkcji japońskiej i australijskiej oraz amerykańska „Orbit". Silniki i modele — jak w przypadku terenów górskich.

Loty na lotniskach komunikacyjnych. Należy się liczyć z możliwością zakłóceń ze strony radiowych i radiolokacyjnych służb lotniskowych oraz zapłonu przelatujących w pobliżu samolotów. Najbardziej wrażliwe są odbiorniki superreakcyjne ze wzmacniaczem w.cz., najmniej — superheterodynowe. Praktyka notuje wypadki jednoczesnego uszkodzenia tych samych tranzystorów w stopniu wejściowym odbiorników znajdujących się w dwóch modelach wykonujących lot zespołowy ze smugaczami dymowymi. Na smugach wystąpiła kondensacja pary wodnej, która pod działaniem obecnych fal radarowych przekształciła się w pole elektryczne uszkadzające człony wejściowe odbiorników. Podobnie może się zdarzyć również ze smugami kondensacyjnymi powstałymi pod wpływem spalin silnika.

3.3.14. Pilotaż w sytuacjach nieoczekiwanych

Od czasu do czasu wypada nam kierować modelami w sytuacjach odbiegających od normalnych, często zaskakujących. Omówimy kilka z nich, najbardziej typowych.

Zanik działania urządzeń. Powodem jest zwykle odłączenie się lub urwanie anteny odbiorczej przy wypuszczaniu modelu pływającego. Należy wówczas nadajnik unieść jak najwyżej nad głowę i tak ratować model.

Jeśli radiomodel szybki zanurzy się podczas biegu całkowicie pod wodę (przepływając tak 5...15 m) nie należy wpadać w panikę i kierować jak gdyby nigdy nic. Do głębokości zanurzenia 0,1 m aparatura działa normalnie, czasem nawet znacznie głębiej. Wystarczy lekki ruch sterem, a model się wynurzy. Antena odbiorcza nie musi przy tym wystawać na powierzchnię; może być pod wodą, a jeszcze lepiej — ukryta wewnątrz modelu.

Podczas startu i lądowania modeli latających na pasie żelbetowym mogą wystąpić w pewnej odległości od nadajnika (zwykle 50...150 m) zaniki działania urządzeń. Jest to spowodowane odbiciem fal radiowych od siatki zbrojenia płyty lotniskowej. Natomiast już na wysokości kilku metrów nad pasem zasięg działania modelu jest normalny. Należy się zawsze liczyć z możliwością wystąpienia tego zjawiska. Przeciwdziałamy przez uniesienie nadajnika ponad głowę, a jeszcze lepiej — zbiegamy z płyty żelbetowej na trawę. Podobne zaniki mogą się zdarzyć podczas lotów na lotnisku trawiastym w czasie deszczu oraz nad podmokłymi łąkami.

Jeśli model w locie traci chwilami łączność, musimy pochylać antenę nadajnika dla znalezienia najkorzystniejszej wzajemnej polaryzacji anten.

Start. Radiomodele z silnikami dużej mocy wykazują w pierwszej fazie rozbiegu i wznoszenia się skłonność do ostrego zakręcania w lewo (przy śmigle prawoskrętnym), które musimy równoważyć sterem kierunku, ponieważ lotki przy małej prędkości nie są jeszcze skuteczne. Szczególnie jaskrawo występuje to zjawisko w modelach z podwoziem dwukołowym przy nagłym daniu pełnego gazu i uniesieniu się już ogona. Modele z podwoziem trzykołowym wykazują mniejsze skłonności do zakręcania na rozbiegu.

Lądowanie. W fazie wyrównania momenty od zespołu napędowego powodują odchylanie modelu w prawo od właściwego kierunku (przy śmigle prawoskrętnym). Podskok modelu („kangur") bez prędkości może pociągnąć za sobą nagłe zwalenie się lub ślizg na prawe skrzydło. Model najczęściej ląduje na prawe koło.

Jeżeli dla poprawienia błędu przy lądowaniu modelarz da nagle w momencie całkowitej utraty prędkości pełny gaz, model może się przewrócić przez lewe skrzydło (przy śmigle prawoskrętnym). Dlatego też obroty w tej fazie lotu muszą być zwiększane z wyczuciem. Również przy lądowaniu wszelkie ślizgi modelu mogą być likwidowane tylko sterem kierunku.

Prędkość maksymalna. W locie z prędkością maksymalną może wystąpić w modelach z długim ramieniem usterzenia wyraźne opuszczenie się tyłu kadłuba. Jeśli w porę nie zareagujemy trymerem wysokości, zdarza się mimowolne zakręcanie modelu pod wpływem strumienia zaśmigłowego w stronę przeciwną niż normalnie. Przeciwdziałamy sterem kierunku.

Zakręty i spirale. Wszelkie zakręty, zwłaszcza głębokie, należy wykonywać płynnymi ruchami sterów, gdyż inaczej pojawi się sytuacja omówiona w punkcie — Ślizgi. Zakręty w prawo (przy śmigle prawoskręt-

nym) wymagają większej uwagi niż w lewo. Jeśli tylko można trzeba posługiwać się zakrętami w lewo, zwłaszcza na małej wysokości. Aby zapobiec utracie prędkości, należy przy nagłym wyjściu z zakrętu, przy użyciu steru kierunku, wychylić nieco ster wysokości w dół. Chcąc nagle zmniejszyć promień zakrętu wychylamy energicznie na moment ster wysokości w górę, zabezpieczając się wychyleniem steru kierunku w stronę zakrętu przed wejściem w korkociąg.

Ślizgi. Podczas wykonywania figur akrobacyjnych w powietrzu modele często wchodzą w ślizg grożący momentami: zadzierającym i pochylającym oraz korkociągiem. Jeśli model z nieznanych powodów wykazuje coraz większe przechylenie, które nie udaje się wyrównać lotkami musimy użyć steru kierunku. Wyraźne ślizgi mogą być spowodowane brutalnym sterowaniem podczas akrobacji, dlatego też należy unikać takiej techniki pilotażu. Powtórzmy jeszcze raz zasadę: kierować jak najkrótszymi impulsami, co daje efekt płynności zbliżony do kierowania proporcjonalnego.

Beczka. W modelach ze śmigłem prawoskrętnym obroty w lewo mogą wywołać nieoczekiwane efekty nagłego przejścia na ujemne kąty natarcia, a potem do stromego lotu nurkowego. Trzeba mieć zapas wysokości.

Korkociąg. Samowolne wpadanie modeli w korkociąg może nastąpić w locie z małą prędkością (najczęściej przy lądowaniu) i z dużą. Szczególne skłonności do korkociągu przy względnie małej prędkości lotu wykazują modele z płatem o profilu z ostrym noskiem, np. NACA 65A012 i to nawet na kątach natarcia rzędu 0°. Podobne właściwości ma ten profil przy bardzo dużych prędkościach i niewielkich wychyleniach steru wysokości. Dla porównania: profil NACA 015 zachowuje się tak tylko przy wielkich prędkościach i bardzo dużych wychyleniach steru wysokości, a profil NACA 2415 w ogóle tych zjawisk nie wykazuje. Bardzo rzadko, ale zdarza się też korkociąg płaski. Wykazują go modele o niewłaściwym rozłożeniu mas (ciężkie usterzenie, ciężkie końcówki skrzydeł itp.) oraz ze skrzydłami o różnych ciężarach.

Wnioski konstrukcyjne: stosować profile o zaokrąglonym nosku oraz skrzydła dokładnie statycznie wyważone, o niezbyt dużej zbieżności (płat zbieżny musi mieć zwichrzenie końcówek lub listwy przeciwkorkociągowe, ale to z kolei przeszkadza w locie odwróconym i dlatego jest wyjątkowo stosowane).

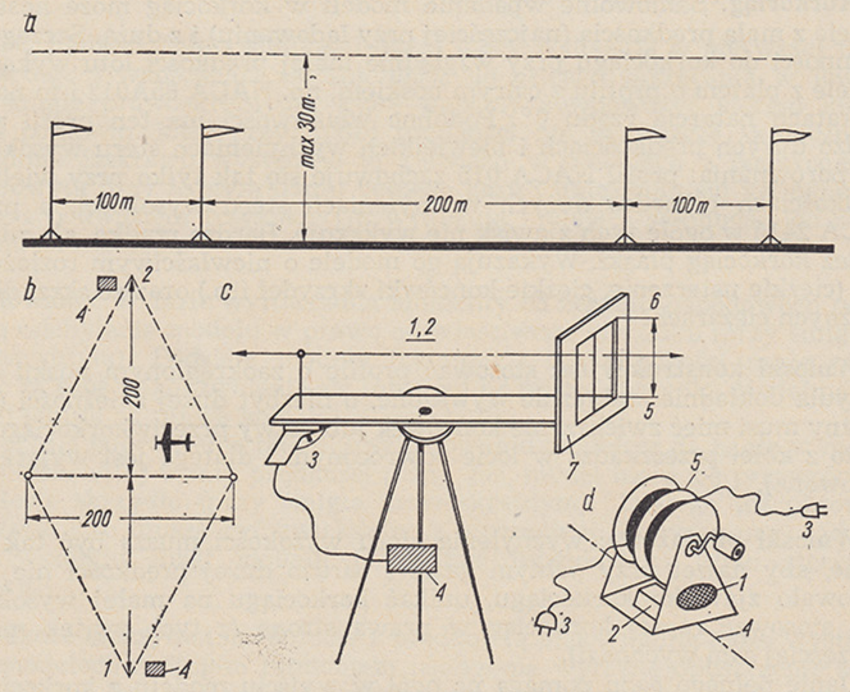
Wnioski pilotażowe: wychylenia steru wysokości muszą być tak dobrane, aby nawet przy pełnym gazie i bardzo dużej prędkości nie występowało zjawisko korkociągu, unikać korkociągu na małej wysokości oraz stosować raczej korkociąg w prawą stronę (z tych zwitek model najczęściej sam wychodzi).

Danie pełnego gazu pomaga na ogół w wyjściu modelu z korkociągu, również płaskiego. W tym ostatnim przypadku pomaga zawsze przy korkociągu w prawo (śmigło prawoskrętne), ale bardzo rzadko — w lewo. W praktyce korkociąg płaski w lewo kończy się zwykle rozbiciem modelu. Można jeszcze próbować wyprowadzić model jednoczesnym wychyleniem lotek w stronę obrotu korkociągu, a steru kierunku w stronę przeciwną i czekać na cud.

Model wychodzi z normalnego korkociągu: w prawo — natychmiast lub z opóźnieniem 2...3 sekund (1...2 zwitki), w lewo — z opóźnieniem rzędu 3 zwitek.

Korkociąg odwrócony. Nagłe i pełne wychylenie steru kierunku w prawo (przy śmigle prawoskrętnym) w modelu z silnikiem pracującym na wielkich obrotach i z małą prędkością lotu (np. w górnej części zawrotu, zwłaszcza prawego), może spowodować wejście w odwrócony korkociąg nawet przy położeniu pozostałych sterów w neutrum. Nagłe wychylenie steru kierunku w lewo prowadzi do korkociągu normalnego. Korkociąg odwrócony może wystąpić też przy zbyt brutalnym wprowadzaniu modelu w normalny korkociąg w prawo.

Lot nurkowy. Nawet niewielkie przechylenia modelu nie wyrównane przed wejściem do lotu nurkowego powodują zmianę płaszczyzny nurkowania. Z reguły modele ze śmigłem prawoskrętnym starają się w locie nurkowym obracać w prawo wokół swej osi podłużnej. Przeciwdziałamy temu sterem kierunku wychylonym w lewo. Obroty modelu zgodne z kierunkiem obrotów śmigła utrudniają wyjście z nurkowania, przeciwne — ułatwiają. Zbyt energiczne wyprowadzenie z lotu nurkowego może wywołać samowolny zakręt zgodny z kierunkiem obrotów śmigła i ślizg, a nawet wejście w korkociąg (prawy dla śmigła prawoskrętnego). Należy



Rys. 3-35. Rekordowe loty radiomodeli

a — baza dla lotów prędkościowych modeli z napędem, *b* — stanowiska dwóch komisarzy sportowych *1* i *2* wyposażone w celowniki i sekundomierze elektryczne, *c* — celownik: *3* — spust włączający i wyłączający sekundomierz *4*; *5*, *6* — wysokość przeziernika ograniczająca pole widzenia w pionie do 30 m (ograniczenie wynikające z przepisów); *7* — płytka przeziernika z nitką celowniczą; długość bazy i stref dolotowych może być zmieniana w zależności od kategorii radiomodeli (szybowce lub modele z napędem) oraz rodzaju rekordu (prędkość lub odległość i czas trwania lotu), *d* — inny sposób rozwijania trasy dla lotów na bazie: *1* — głośnik, *2* — brzęczyk ze wzmacniaczem, *3* — przyciski dla komisarzy na punktach zwrotnych, *4* — oś bazy, *5* — długość rozwijanego kabla — 2 × 25...250 m

zawsze dążyć do zapobiegania wszelkim oblotom modelu w locie nurkowym.

Zdarzają się wypadki rozbicia modeli, ponieważ modelarze starają się je normalnie wyprowadzić z lotu nurkowego ruchem steru wysokości w górę, nie uwzględniając, mało zresztą widocznych i powolnych, obrotów modeli wokół ich osi podłużnych. W tym przypadku należy najpierw zlikwidować stromą spiralę (delikatnymi ruchami steru kierunku lub lotek), a dopiero potem wyprowadzać model z nurkowania. Tak samo postępujemy przy szybszych obrotach modelu, wokół swej osi, ale przedłuża to czas wyprowadzenia z lotu nurkowego i wymaga zapasu wysokości. Należy dodać, że momenty od zespołu śmigło-silnik oraz strumień zaśmigłowy mogą wspomagać obroty modelu wokół osi. Dlatego też należy zmniejszać obroty silnika przed lotem nurkowym.

Spirala w locie nurkowym może być też wywołana różnicą oporów czołowych prawej i lewej połowy modelu, np. uszkodzeniem pokrycia na jednym skrzydle, niewciągnięciem jednej klapy skrzydłowej, hamulca aerodynamicznego itp. W tym przypadku najczęściej nic już nie zlikwiduje obrotów modelu, żaden ster.

Dziwne odgłosy. Nieraz się zdarza, że z lecącego modelu dochodzą nas charakterystyczne odgłosy, jak gdyby wibracji. Jest to wywołane drganiami łopat śmigła szybkoobrotowego, przede wszystkim podczas lotu modelu po torze krzywoliniowym. Nie musimy się tym przerażać.

3.3.15. Pilotaż modeli rekordowych

Będziemy tutaj mówili nie tyle o samym pilotażu, co o przygotowaniach i przebiegu lotów rekordowych. Posłużymy się przy tym przykładami dotyczącymi konkretnych i udanych prób rekordowych.

Długotrwałość lotu szybowców. Rekord ustanowiony 5 września 1964 r. przez Austriaka, Oskara Czepa, i wynoszący 7 h 1 min 20 s poprzedziły trzy próby w tym dniu oraz niezliczone próby od grudnia 1962 roku. Lot i próby odbyły się na zboczu. Model redukcyjny szybowca „Standard-Austria" miał aparaturę 4-kanałową „Variophon-Varioton" z odbiornikiem superreakcyjnym. Zasilanie: nadajnika — 12 V/500 mAh (6 godzin pracy), odbiornika — 6 V/500 mAh (15 godzin pracy), mechanizmu wykonawczego steru wysokości „Bellamatic II" — 2,4 V/500 mAh (15 godzin pracy) oraz przerywaczy skrzydłowych — 6 V/225 mAh (10...15 godzin pracy). Wszystko — akumulatory Cd-Ni.

W dniu rekordu pogoda była słoneczna i wiał wiatr o prędkości 30...40 km/h; temperatura na zboczu 22...27°C. Udana próba rozpoczęła się o godzinie 11 minut 56. Po 4 godzinach lotu wymieniono akumulatory w nadajniku. Lot zakończył się wskutek pogorszenia się widoczności (mgła) lądowaniem w miejscu startu o godzinie 18 minut 57. Przeciętna wysokość lotu (najczęściej ósemką) — 100...150 m nad poziomem startu, w odległości około 100 m od zbocza. Na starcie czuwało dwóch komisarzy sportowych, którzy odżywiali pilota i zabawiali go dowcipami. Muzyka radiowa rozpraszała uwagę, więc została wyłączona. Przez 7 godzin pilot poruszał się w obrębie startu, siedział lub leżał na kocu. W ostatnim okresie lotu pilot wskutek ogólnego zmęczenia oraz wielogodzinnego intensywnego nasłonecznienia widział model podwójnie.

28 lipca 1966 roku Georg Friedrich z NRF ustanowił w drugiej próbie

na zboczu w Rana w CSRS rekord długotrwałości lotu modelem szybowca zboczowego „Uranus". Lot rozpoczął się o godzinie 8.55, przy wietrze 8...10 m/s. Model uzyskiwał wysokość 400...600 m nad poziomem startu. Lot przebiegał bez niespodzianek i działał na modelarza bardzo usypiająco. Tylko liczne wizyty mieszkańców z okolicznych miejscowości wprowadzały korzystne urozmaicenie. Moment krytyczny nastąpił o godzinie 16, gdy wiatr chwilowo zmienił kierunek. Ale udało się przetrwać ten kryzys. O godzinie 18 pojawiła się na horyzoncie groźnie wyglądająca chmura burzowa. Rozpoczęto więc przygotowania do zwijania startu. Ale o godzinie 20.15 okazało się, że chmura ta nawet polepszyła warunki lotu na zboczu. Ze względu na zapadający zmrok model utrzymywano na wysokości rzędu 50 m.

W pewnej chwili obok modelu pojawił się cień dużego ptaka, przypominającego sowę, który przez kwadrans krążył wokół modelu. Ale nie odważył się zaatakować.

Tymczasem nastąpiło wyrównanie poprzedniego rekordu świata (11 h 30 min). Postanowiono wobec ciemności i zmęczenia zakończyć lot po 12 godzinach. Ostatnie minuty lotu były koszmarem. Trzeba było pilotować w ciemności. Gdy sędziowie czechosłowaccy podali, że czas lotu przekroczył 12 godzin modelarz z ulgą wylądował.

Kiedy nazajutrz G. Friedrich udał się do Pragi do Aeroklubu CSRS okazało się, że właśnie nadeszła tam wiadomość o pobiciu przez Brooke-Smitha z Capetown w Republice Południowej Afryki własnego rekordu (11 h 30 min) wynikiem 14 godzin 30 minut. W ten sposób rozwiały się nadzieje na rekord świata. Pozostał tylko rekord NRF — 12 godzin 2 minuty 13 sekund.

Modelarz radziecki, Nikołaj Malikow, ustanowił swój rekord (7 h 32 min, a następnie 10 h 32 min) również na zboczu. Model był kierowany aparaturą jednokanałową ze sterem wychylonym stale w jedną stronę. Nadajnik lampowy. W celu oszczędzenia źródeł zasilania nadajnika przyjęto następującą taktykę. Model wystartował z miejsca leżącego znacznie poniżej grzbietu zbocza przy wietrze 9...11 m/s i nad środkiem zbocza uzyskał wysokość 200...250 m. Teraz skierowano model pod wiatr aż do granicy widzialności, po czym wyłączono nadajnik. Model zataczając kręgi zbliżał się do zbocza. W chwili, gdy znalazł się on znów w obszarze intensywnych wznoszeń włączono nadajnik i po nabraniu wysokości znów skierowywano model do granicy widzialności. I tak przez cały czas lotu. Ten rodzaj kierowania należy stosować, gdy prędkość wiatru nad szczytem zbocza przewyższa prędkość lotu modelu. Wówczas startujemy z miejsca poniżej zbocza, gdzie prędkość wiatru jest mniejsza i lot pod wiatr może się odbyć.

Jeśli prędkość wiatru na szczycie zbocza jest znacznie mniejsza od prędkości modelu, leci on pod wiatr ale niechętnie nabiera wysokości. Trzeba wówczas znaleźć na niewielkiej wysokości, mniej więcej w połowie zbocza, obszar największego wznoszenia i tam latać wzdłuż zbocza. Model wtedy lata z bocznym wiatrem i musi być wciąż pod kontrolą, co zwiększa zużycie źródeł zasilania. W ten sposób uzyskano już loty w czasie do 5 h 52 min.

Istnieje też trzeci rodzaj lotu: termiczno-dynamiczny. Stosuje się go w przypadku, gdy wiatr jest słaby (2...4 m/s), a termika zaczyna się wysoko. Startujemy wtedy z holu ze szczytu zbocza i lecimy w dolinę. Na tak wielkiej wysokości prądy termiczne w połączeniu z dynamicznymi

Międzynarodowe rekordy radiomodeli latających — FAI
Stan na dzień 1.I.1968 r.

Modele szybowców

Długotrwałość lotu — 14 h 33 min 28 s
(G. Brooke-Smith — Republika Południowej Afryki — 1966 r.)
Odległość w przelocie docelowym — 18,7 km
(G. Friedrich — NRF — 27.VII.1967 r.)
Odległość w przelocie po obwodzie zamkniętym — 136,151 km
(G. Friedrich — NRF — 29.VII.1967 r.)
Wysokość lotu — 1 318 m
(G. Friedrich — NRF — 30.VII.1967 r.)
Prędkość lotu na bazie — 125,445 km/h
(H. Schuhmacher — NRF — 8.X.1967 r.)

Modele z napędem

Długotrwałość lotu — 11 h 17 min
(B. Bertram — USA — 13.V.1967 r.)
Odległość w przelocie docelowym — 294,5 km
(M. Hill — USA — 2.X.1965 r.)
Odległość w przelocie po obwodzie zamkniętym — 280 km
(M. Hill — USA — 4.VI.1965 r.)
Wysokość lotu — 5062,73 m
(W. Northrop — USA — 5.IX.1965 r.)
Prędkość lotu na bazie — 225,75 km/h
(M. Hill — USA — 26.VI.1966 r.)

Od 1967 roku wprowadzono kategorię radiomodeli wodnosamolotów i śmigłowców, wraz z rejestracją rekordów FAI. Ustalono również, że w radiomodelach z napędem ustanawiających rekordy przelotowe, lot z napędem musi stanowić co najmniej 98% przebytej trasy.

mają dużą prędkość pionową oraz obszar, co zapewnia uzyskanie znacznej wysokości lotu. Praktyka wykazała, że model startujący z holu 150 m ze zbocza 250 m uzyskiwał wysokość 400...420 m, a nad doliną wznosił się na wysokość 1800...2200 m. Jest to sposób startu szczególnie przydatny do przelotów rekordowych. Z wysokości 1500...2000 m model kierowany z samochodu przelatuje z wiatrem odległość 25...35 km.

I wreszcie lot na czole burzy. Front burzowy jest zawsze poprzedzany silnymi prądami wznoszącymi, które z łatwością dźwigają model w górę. Ale jednocześnie silnie wzrasta prędkość wiatru. Dlatego też model do takich lotów musi być bardzo wytrzymały, o obciążeniu jednostkowym płata 40...50 g/dm^2, a nawet więcej. Model startuje z holu w chwili, gdy kończy się cisza przed burzą, a pojawia się wiatr, w odległości 400...500 m od zbliżającej się chmury burzowej. Nie można zbliżać się modelem do chmury na odległość poniżej 200...250 m, ponieważ grozi to jego zniszczeniem lub wessaniem do wnętrza obłoku.

Na zakończenie kilka słów o dynamicznych lotach żaglowych. Mogą one występować zarówno w terenie płaskim, jak i na zboczu. Rozróżniamy: żaglowanie na wietrze z pionowymi pulsacjami (powstają one wskutek tarcia powietrza o ziemię, a także w atmosferze w pobliżu granicy wiatrów o różnej prędkości lub kierunku), które zmniejszają opór czołowy

modelu i nawet mogą przekształcić go w ciąg (płat pracuje jak skrzydła ptaków); żaglowanie przy wietrze porywistym (składa on się zwykle z dwóch rodzajów drgań — pulsacji poziomych — o małym i dużym okresie), który umożliwia uzyskiwanie większych wysokości i do 30...40% dłuższych czasów lotu niż normalnie; żaglowanie na wietrze wzmagającym się wraz z wysokością (przykładowe pomiary aerologiczne na wysokościach: 2, 16, 32, 123 i 258 m wykazały odpowiednie prędkości wiatru — 3,33, 4,69, 5,4, 7 i 8,26 m/sek), który umożliwia wzrost wysokości lotu w zakresie 5...7%; żaglowanie na granicy dwóch prądów powietrznych o różnych prędkościach lub kierunkach ale bez pulsacji pionowych, które umożliwiają znaczny wzrost długotrwałości i zasięgu lotu.

Dwa pierwsze rodzaje lotów żaglowych wymagają modeli o specjalnej konstrukcji płata oraz o szczególnie dobrej stateczności dynamicznej. Są to mało jeszcze zbadane dziedziny zapowiadające możliwość znacznego podwyższenia osiągów radiomodeli, i to nie tylko szybowców.

Odległość lotu modeli z napędem. W 1962 roku modelarz radziecki Nikołaj Malikow pobił dwa rekordy międzynarodowe przelatując w linii prostej 181 km oraz odległość w obwodzie zamkniętym — 100 km, a także ustanowił rekord prędkości ZSRR — 76,6 km/h i wysokość lotu — 2250 m. Prace nad rekordowym modelem opadowym były rozpoczęte w 1960 roku, a pierwsze próby rekordowe w 1961 roku. Aparatura lampowa własnej konstrukcji, 5-kanałowa, z języczkowym przekaźnikiem rezonansowym. Silnik samozapłonowy o pojemności 4,4 cm³ i mocy 0,2 KM oraz zużyciu paliwa przy obrotach maksymalnych 4700 obr/min — 300 G/h. Liczne próby systemu paliwowego wykazały, że niepotrzebny jest układ pływakowy. Najlepsze wyniki uzyskał model z prostym systemem. Rekordowy model startował z silnikiem z nieco zmniejszoną kompresją i całkowicie napełnionym zbiornikiem paliwa (około 2 kG). Dawało to bogatszą mieszankę paliwową. Po 3...4 godzinach pracy nagar na tłoku i przeciwtłoku powodował jakby automatyczne zwiększenie kompresji do właściwego stopnia, a po 5...6 godzinach kompresja stawała się za duża. Ale wówczas obniżał się poziom paliwa w zbiorniku i silnik otrzymywał uboższą mieszankę. Dzięki temu przez cały czas lotu silnik pracował z jednakowym zużyciem paliwa rzędu 300 G/h. Do rekordowego lotu wysokościowego model o ciężarze całkowitym 3,1 kG zabierał 300 G paliwa i startował po rozbiegu 10...15 m. Lot był kontrolowany przez samolot Jak-18 z komisarzem i barografami samopiszącymi na pokładzie.

Szczególnie trudną sprawą jest pilotaż modelu na trasie przelotu. Najczęściej model jest kierowany z jadącego samochodu. Zapoznajmy się z tym na przykładzie rekordzistów międzynarodowych, Wally Skeelsa i Charlesa Dance z Anglii, których model przeleciał w 1960 roku odległość 92 km. Treningi do tego lotu trwały ponad pół roku i polegały przede wszystkim na opanowaniu pilotażu z tylnego siedzenia w otwartym samochodzie osobowym. Następną trudnością było znalezienie odpowiedniej trasy drogowej pozbawionej zadrzewienia, wysokiej zabudowy, węzłów komunikacyjnych itp. Rekord padł w czwartej próbie. Było to 8 maja o godzinie 5 minut 56 rano. Pogoda była bezwietrzna, a model o ciężarze całkowitym 4,76 kG (w tym 850 G paliwa) wystartował z ręki. Jednocześnie wyruszył samochód z obu modelarzami i nadajnikiem oraz eskorta trzech innych pojazdów. Samochody towarzyszące służyły do obserwacji modelu, gdy ten chwilowo znikał z oczu pilotów, np. podczas przejazdów przez miasta (wiadomości o modelu przekazywano wówczas do samochodu

z pilotami) oraz do torowania drogi. Znajdowali się w nich również komisarze sportowi, a jeden — w samochodzie pilotów. Po 1 godzinie i 22 minutach lotu model osiągnął wyznaczone lotnisko docelowe. Charles Dance wyskoczył wówczas z pojazdu, aby sprowadzić model do lądowania. Niestety, model przestał nagle reagować na sygnały i zaczął się oddalać, aż zniknął z oczu. W pewnej chwili zdenerwowany pilot spojrzał na nadajnik i zauważył, że jest on... wyłączony. Po włączeniu nadajnika starano się na ślepo zawrócić model. Udało się! Model wyłonił się z porannej mgły i wylądował obok lotniska. W tym locie uzyskano przepisowy wynik lepszy o 10% od poprzedniego rekordu oficjalnego oraz spełniono warunek wylądowania modelu w promieniu 500 m od wyznaczonego celu. Aparatura kierująca — lampowa, 6-kanałowa z języczkowym przekaźnikiem rezonansowym, obsługująca: ster kierunku, ster wysokości i silnik. Silnik samozapłonowy 7 cm^3 (dwucylindrowy). Dramatyczne wyłączenie nadajnika w ostatniej fazie lotu nastąpiło przypadkowo podczas opuszczania samochodu przez pilota. Samochód z pilotami poruszał się na trasie z prędkością 55...90 km/h.

Trudności związane z organizacją pogoni drogowej prowadzą czasem do innych rozwiązań. I tak np. 26 lipca 1957 roku Amerykanin, Ken Willard, ustanowił rekord międzynarodowy przelatując, po dwóch latach przygotowań i czterech próbach, odległość 65 km z lądu stałego na wyspę. Model był kierowany z pokładu łodzi motorowej. Lot rozpoczął się o godzinie 5 minut 40 rano i trwał 48 minut. W łodzi znajdował się pilot i trzech komisarzy. Model wystartował z motorówki będącej w biegu. Aparatura jednokanałowa, lampowa, z rozdzielaczem zespolonym umożliwiającym obsługę steru kierunku, wysokości (tylko w górę) oraz silnika. Warto dodać, że poprzednie próby z modelem łodzi latającej nie udały się, gdyż ten model okazał się za szybki dla pogoni przez łódź motorową.

Rekordowy lot po obwodzie zamkniętym poprzedziły liczne próby w 1964 i w 1965 roku z modelem „Old Faithful", a następnie „Stretcher". Były to loty po 62...66 okrążeń, z których każde trwało 70 s. Silnik zatrzymywał się. Okazało się też, że loty tego rodzaju są bardzo męczące dla pilota, Maynarda Hilla. Dzienna dawka 130 okrążeń wyczerpuje go zupełnie. Zmniejszono skok śmigła z 250 do 150 mm, dzięki czemu obroty 4300 obr/min ustalone na ziemi spadły w powietrzu z 5200 do 4900 obr/min. Ustalono też najlepszą porę startu — 14.30, gdyż temperatura powietrza raczej następnie wzrasta niż maleje.

Wreszcie 4 czerwca 1965 roku „Stretcher" wystartował w drugiej próbie o godzinie 17.00, aby po wykonaniu 218 okrążeń wylądować o godzinie 20.45 w odległości 19 m od nadajnika, przelatując 280 km. Pogoda bezwietrzna umożliwiła uzyskiwać czasy przelotu odcinka trasy — 58 s. Silnik Merco-49 z zapłonem iskrowym i paliwem benzynowym. Regulacja świecy: dobra iskra przy 3 V/0,1 A.

A oto przebieg rekordowego lotu na odległość modelu „Stretcher" Maynarda Hilla z dnia 2 października 1965 roku. Po uzyskaniu zezwolenia od służby drogowej wybrano odcinek autostrady z panującymi wiatrami w „ogon". Ekipę stanowiło 6 pomocników i komisarzy oraz wóz eskorty ze służbą drogową. Rankiem wyznaczono cel — miejscowość odległą w linii powietrznej o 247 km (rekord poprzedni) + 10%. Było zimno (około 9°C). Silnik Merco-61 ze śmigłem ϕ 350×200 mm wyregulowany do pracy z 4700 obr/min na ziemi (co dawało 5900...6200 obr/min w powietrzu) nie chciał działać dłużej niż 2...3 minuty. Obniżono obroty do 4500 obr/min.

Start z ręki z pobocza autostrady nastąpił o godzinie 11.03, po czym model wzniósł się do 450 m. Po 5 minutach lotu rozpoczęto próbę rekordową. Trzy otwarte samochody (w środkowym — znajdował się operator w pozycji półleżącej na tylnym siedzeniu) pomknęły z prędkością około 90 km/h. Wszystkie pojazdy miały między sobą łączność radiotelefoniczną.

Zwiększono prędkość do 105 km/h, a potem do 120 km/h. Pojawiły się chmury zakrywające do 1/3 nieboskłon. Prądy termiczne zaczęły miotać modelem, co utrudniało kierowanie. O godzinie 14.01 zmniejszono obroty silnika aby go przechłodzić. Prędkość pojazdów zmalała do 40...45 km/h. Było 8 km do celu, gdy zauważono smugę dymu ciągnącą się za modelem. To były denerwujące minuty. Ale po 2 minutach od dodania gazu (zwykły czas rozgrzania się silnika) znów wszystko powróciło do normy.

Po zbliżeniu się do miejscowości — celu (w której poprzednio nikt nigdy nie był) okazało się, że nie ma lądowiska. Postanowiono opaść lotem nurkowym z rozbiciem modelu (ponieważ przepisy nie mówią, że model po pobiciu rekordu musi być zdolny do lotu). Ale w ostatniej chwili jeden z komisarzy dostrzegł wolną przestrzeń przy drodze. Udało się wylądować o godzinie 14.29 w odległości 190 m od wyznaczonego punktu — celu, jedynie ze złamaniem śmigła. Po zważeniu modelu okazało się, że pozostało jeszcze około 50% z 2,3 kG zapasu paliwa. W ten sposób model przeleciał trasę z Batavii do Canajoharie (N. Y.) przelatując 296,356 km w czasie 200 minut (3 h 20 min). Paliwo: benzyna + metanol + olej.

Wysokość i długotrwałość lotu modeli z napędem. 4 i 5 lipca 1963 roku podczas próby pobicia rekordów Amerykanie użyli do pomiaru wysokości lotu wojskowej stacji radiolokacyjnej SCR-584 z lat minionej wojny. Nie wykryto przy tym zakłóceń w pracy aparatury kierującej, a echo radiolokacyjne było dobrze widoczne po wyposażeniu modelu w reflektor kątowy z folii aluminiowej. Próby te wykazały, że model o rozpiętości 2,2 m może być kierowany gołym okiem jedynie do wysokości rzędu 1500 m. Począwszy od wysokości 1000 m model był kierowany przez lornetę dającą 20-krotne powiększenie, a na pułapie 4062 m — przez lornetę o powiększeniu 72-krotnym (model znajdujący się na wysokości 1500 m wygląda w niej jakby był na 60 m). Model startował z ręki.

Rekordowy model wysokościowy Maynarda Hilla — „Skyrocket" — przekształcił się następnie w pięć kolejnych wersji przeznaczonych do lotów na długotrwałość. Model „Old Faithful" ustanowił 18 września 1964 r. rekord 8 h 52 min. 25 sek.

Droga do tego rekordu była bardzo długa i zaangażowano do tego wytwórnię silników oraz modelarzy zatrudniowych w różnych instytutach badawczych. Najlepsze wyniki dała lekka konstrukcja modelu ze zbiornikami umieszczonymi w skrzydłach. Zbiorniki te zostały zrobione z blachy mosiężnej. Szczególną uwagę zwrócono na małe zużycie paliwa przez silnik o pojemności 8 cm³ (Merco 49). Otrzymał on zwykłą świecę żarową ale o dwóch spiralach z drutu 0,5 mm, co poprawiło pracę silnika w zakresie małych obrotów. Świeca ta przepracowała kilkaset godzin. Silnik pracował z prędkością rzędu 4300 obr/min i zużywał średnio 222 G/h paliwa o składzie: 10% oleju kastorowego, 20% metanolu, 68% benzyny wysokooktanowej i 2% nitrometanu. Rozruch następował na paliwie alkoholowym, a po 2...3 minutach pracy przełączono silnik na paliwo specjalne.

Rekordowy lot był ósmą kolejną próbą. Model wystartował z ręki o godzinie 7 minut 56 rano i przez blisko godzinę nie mógł uzyskać wy-

sokości powyżej 15...30 m. Potem wzniósł się na około 300 m, a po dalszych dwóch godzinach krążył swobodnie na wysokości 1200 m. Powodem tego była zbyt wysoka temperatura przy ziemi (30°C), która dopiero na wysokości ponad 1000 m miała przewidywaną podczas regulacji wielkość 20°C. Na tej wysokości silnik obniżył obroty do najbardziej ekonomicznych (4100 obr/min). Coraz częściej trzeba było używać trymera wysokości (w dół), aby zapobiec zniknięciu modelu w górze. Plan wstępny przewidywał lot po kręgu o promieniu 500 m, na małej wysokości, ale zrezygnowano z tego latając w końcowej fazie na wysokości rzędu 600 m.

Silnik zatrzymał się o godzinie 16 minut 30, a model wylądował po 18 minutach lotu ślizgowego, w odległości 36 m od miejsca startu (przepisy FAI dopuszczają lądowanie w promieniu 500 m). Podczas oględzin modelu stwierdzono, że cztery spośród ośmiu pierścieni gumowych mocujących płat było przeciętych przez ostrą krawędź spływu z laminatu w części kadłubowej. Dwa tygodnie później podczas lotu sprawdzającego wystąpiły trudności ze sterem wysokości. Okazało się, że uległa zerwaniu jedna z końcówek tranzystora we wzmacniaczu mechanizmu wykonawczego. Zarówno model „Skyrocket" jak i „Old Faithful" były kierowane analogową aparaturą proporcjonalną obsługującą: ster kierunku i ster wysokości. Należy oczekiwać, że zbudowanie lżejszej i smuklejszej wersji tych modeli oraz zastosowanie śmigła o większym skoku umożliwiłoby przelot otwarty rzędu 360 km. Dodajmy jeszcze, że zgodnie z ówczesnymi przepisami FAI nowy rekord długotrwałości lotu musiał być przynajmniej o 2% lepszy od poprzedniego.

Podczas opisanego rekordowego lotu pilot nie posługiwał się lornetką i siedział najczęściej w lekkim fotelu na biegunach. Nadajnik był zasilany z akumulatora samochodowego.

Ciekawy był przebieg rekordowego lotu wysokościowego. 5 września 1965 roku William C. Northrop jr. uzyskał radiomodelem „Foo-Too" z silnikiem Super Tigre-56 wysokość 5062,7 m. Zgodnie z przepisami FAI nowy rekord wysokości musi przewyższać poprzedni o 5% (a w rekordach długotrwałości lotu — o 10%).

Założenia konstrukcyjne były następujące: duże wznoszenie (rzędu 150 m/min), duża siła nośna, model duży (aby go było widać) i lekki. Silnik położony na bok ze zbiornikiem umieszczonym tuż nad gaźnikiem, gdyż model wznosi się na kącie równym lub większym od 30°.

Do pomiaru wysokości lotu użyto radaru. W tym celu na końcach skrzydeł (do 350 mm od krańców) naklejono kawałki cynfolii 6×20 mm. Wraz z silnikiem i aparaturą radiową dawało to efekt echa radarowego, jak dla obiektu długości 2,4 m. Teoretyczna granica pomiaru radarowego wynosiła 6100 m. Ekran radarowy nie był wykorzystywany.

Podczas próby „Foo-Too" uzyskał wysokość 990 m.

Do lotu rekordowego model wystartował z podwoziem dwukołowym, ponieważ zapomniano właściwego — jednokołowego. Po starcie z ręki „Foo-Too" zaczął się wznosić pod kątem około 45°. Radar podawał co minutę odległość od modelu i kąt tego pomiaru. Do obserwacji służyła lorneta artyleryjska długości 1,8 m oraz mniejsza — szerokokątna. Od wysokości około 3000 m radar podawał wyniki co 30 s. Po 12,5 minutach lotu widoczny był tylko ślad pary wodnej. Po 14 minutach model znalazł się na pułapie, a po 18 minutach zniżył się do 4670 m. Gdy był na wysokości 4270 m zawiódł radar śledzący. Trzeba było przez 5 minut pilotować na ślepo. Pomagała przy tym rurka zwinięta z papieru, przez którą starano

się dojrzeć jednym okiem model. Wreszcie radar znów ożył. Zniżanie odbywało się w łagodnej spirali, gdyż inaczej groziło urwanie się skrzydeł. Po 5 minutach opadania ujrzano model, a to dzięki srebrzystemu pokryciu. Po 25 minutach lotu model wylądował w wymaganym promieniu 500 m od nadajnika.

Podczas wznoszenia na pełnym gazie ster wysokości był stale wychylony do dołu. Silnik zużył około 230 G paliwa (dwa razy więcej niż przewidywano). Efekt naturalnego wzbogacenia się mieszanki paliwowej wraz z wysokością był równoważony trudnościami ssania paliwa podczas wznoszenia na dużych kątach. Aparatura kierująca — proporcjonalna (ster kierunku, ster wysokości, regulacja silnika).

Przebieg lotu potwierdził założenia konstruktora. W locie wysokościowym, a więc bez widoczności, model musi być samostateczny. Kolor czerwony lub pomarańczowy poprawiłby zapewne widoczność modelu. Dobre wyniki w poprawieniu widoczności optycznej innych modeli wysokościowych dały próby zastosowania wleczonej taśmy długości 2,5 m oraz smugaczy dymnych. Model o rozpiętości rzędu 2 m jest widoczny gołym okiem do wysokości około 1250 m.

Prędkość lotu. Prędkość jest mierzona na bazie pomiarowej (rys. 3-35 *a*), oznaczonej tyczkami wysokości 5 m i pomalowanymi na pomarańczowo, przyjmując wynik średni z dwóch lotów w obu kierunkach. Często stosuje się stopery elektryczne z dokładnością do 1/100 sekundy, uruchamiane przyciskami na jednej i drugiej linii celowniczej.

3.3.16. Niezawodność latania

Ciekawa jest analiza „wypadków” sporządzona na podstawie obserwacji 4419 lotów kierowanych zakończonych 182 ucieczkami lub poważnymi uszkodzeniami modeli. „Wypadki” z winy pilota stanowiły 43,5% (wskutek błędów przy starcie i lądowaniu — 66%, w locie — 34%), z winy modelu 15,5% (z winy konstrukcji — 75%, złej regulacji — 25%), z winy aparatury — 29,8% (z winy odbiornika — 18%, zasilania — 14,4%, mechanizmu wykonawczego — 33,3%, wyłącznika — 5,6%, połączeń przewodowych — 16,7%, nadajnika — 12%), z winy zakłóceń postronnych — 2,7%, z przyczyn nieustalonych — 5,5%, z przyczyn niezależnych — 3%.

Analiza obejmuje modele z napędem: jednoczynnościowe (1,8% lotów zakończyło się wypadkiem), wieloczynnościowe (12% lotów zakończyło się wypadkiem), redukcyjne (1,8% lotów zakończyło się wypadkiem) oraz wyścigowe (2,6% lotów zakończyło się wypadkiem).

W modelach jednoczynnościowych przeważały błędy pilotażowe, przede wszystkim w locie, potem niewłaściwa regulacja i połączenia przewodowe w modelu. W modelach wieloczynnościowych i redukcyjnych decydowały błędy pilotażowe w locie, potem kolejno — niedomagania mechanizmów wykonawczych, błędy pilotażowe przy starcie i lądowaniu oraz wady konstrukcyjne modeli i połączenia przewodowe. W modelach wyścigowych kolejność przyczyn „wypadków” układa się następująco: błędy pilotażowe w locie, niedomagania mechanizmów wykonawczych, błędy pilotażowe przy starcie i lądowaniu oraz niedomagania nadajników, wady konstrukcyjne i regulacyjne, a także połączenia przewodowe w modelach. Ten rodzaj modeli był też najbardziej wrażliwy na zakłócenia postronne.

Wyniki tej analizy potwierdzają powszechne obserwacje. Błędy pilotażowe są zmorą początkujących radiomodelarzy, a więc użytkujących mo-

dele jednoczynnościowe. Występują tutaj poważne kłopoty z regulacją modeli i połączeniami przewodowymi, ale nie ma żadnych z konstrukcją, ponieważ początkujący modelarze korzystają najczęściej z wypróbowanych wzorów. W modelach wieloczynnościowych i redukcyjnych największe trudności sprawia technika pilotażu i zawodność mechanizmów wykonawczych, a także nieumiejętność projektowania własnych konstrukcji. Wreszcie w modelach wyścigowych do kłopotów pilotażowych i z mechanizmami wykonawczymi dochodzą jeszcze trudności z aparaturą, zwłaszcza nadawczą. Jest to zrozumiałe, ponieważ w tej kategorii modeli używa się najczęściej prostych systemów proporcjonalnych z dość zawodnymi impulsatorami.

To są ogólne źródła niepowodzeń radiomodelarskich, na które trzeba zwracać szczególną uwagę. Należy jednak dodać, że czołowi radiomodelarze latają nadzwyczaj pewnie. Podczas rozgrywek mistrzostw świata w 1965 roku wykonano 105 lotów bez żadnego wypadku! Na treningu przed mistrzostwami rozbito 3 modele.

3.4. Sędziowanie zawodów radiomodelarskich

Na rysunku 3-28 zostały zamieszczone programy ewolucji wymaganych na zawodach radiomodeli i ich punktacje. Wyniki biegów radiomodeli pływających ocenia minimum 3 sędziów, a latających radiomodeli akrobacyjnych — zespół 6 sędziów w zestawie dla poszczególnych kolejek lotów. W zawodach akrobacji lotniczej początek i koniec każdej figury musi być ustnie ogłoszony przez pilota. Na czas rozgrywania konkurencji wszystkie nadajniki są składane w komisji sędziowskiej, która poza tym śledzi nieprzerwanie na monitorze kontrolnym, co dzieje się w pasmie częstotliwości.

Program zawodów radiomodeli akrobacyjnych z napędem F3A obejmuje figury pokazane na rysunku 3-28. Czas lotu ograniczony do 10 min. Czas przygotowawczy na rozruch silnika — 3 min. Skala ocen wszystkich figur — od 0 do 10 pkt. Współczynniki trudności K dla poszczególnych figur: figury 1 i 18 (lądowania w kole ⌀ 50 m) — $K = 5$; 2, 5, 7, 8, 9, 14, 15 — $K = 15$; 3, 4, 6, 12, 17, 18 (lądowania w kole ⌀ 25 m) — $K = 10$; 10, 13, 16 — $K = 8$; 11 — $K = 6$. Największa liczba punktów możliwych do zdobycia — 2000.

Program zawodów radiomodeli akrobacyjnych szybowców F3B obejmuje: start z holu długości do 300 m i lot prosty (min. 10 s) tym samym kursem ($K = 5$). Zakręt w lewo 90° i 270° w prawo ($K = 5$). Lot prosty nad nadajnik ($K = 5$). Przewrót ($K = 5$). Ślizg na ogon ($K = 10$). Zawrót ($K = 10$). Pętle wewnętrzne: I ($K = 10$) i II ($K = 8$). Elegancja lądowania ($K = 5$). Celność lądowania: w kole ⌀ 50 m (elegancja × 2), w kole ⌀ 25 m (elegancja × 3). Czas lotu — 15 minut od sygnału startu. Ocena każdej figury — od 0 do 10 pkt., mnożona następnie przez współczynnik trudności K.

Program zawodów jednoczynnościowych (ster kierunku i regulacja obrotów silnika) radiomodeli z napędem F3C obejmuje: start z ziemi ($K = 5$). Lot prosty (min. 10 s) pod wiatr ($K = 5$). Zakręt w lewo 90° i 270° w prawo ($K = 10$). Lot prosty nad nadajnik ($K = 5$). Okrążenie

(Φ 50÷100 m) w lewo ($K = 6$). To samo w prawo ($K = 6$). Spirala — 2 zwitki ($K = 5$), trzecia zwitka bezpośrednio ($K = 5$). Podejście do lądowania rundą prostokątną ($K = 10$). Elegancja lądowania ($K = 5$). Celność lądowania i oceny (jak w kategorii F3B). Czas lotu — 10 minut.

Program zawodów jednoczynnościowych (ster kierunku i klapy hamulcowe) radiomodeli szybowców F3D obejmuje: start z holu długości do 300 m i lot prosty (min. 10 s) tym samym kursem ($K = 5$). Zakręt w lewo 90° i 270° w prawo ($K = 5$). Lot prosty nad nadajnik ($K = 6$). Okrążenie (Φ 50÷100 m) w lewo ($K = 5$). To samo w prawo ($K = 5$). Spirala — 1 zwitka ($K = 3$), druga zwitka bezpośrednio ($K = 3$). Podejście do lądowania prosto pod wiatr ($K = 10$). Elegancja lądowania ($K = 5$). Celność lądowania i oceny (jak w kategorii F3B). Czas lotu — 10 minut.

Program zawodów radiomodeli wodnosamolotów jednoczynnościowych z napędem obejmuje:

Start z wody. Lot prosty 10 s pod wiatr. Zakręt 180° w lewo z powrotem nad nadajnik. Ósemka pozioma (punkt przecięcia się nad nadajnikiem). Wodowanie przelotne i start. Podejście do wodowania. Wodowanie. Powrót modelu do brzegu

Czas lotu ograniczony do 8 minut.

Program zawodów radiomodeli wodnosamolotów akrobacyjnych z napędem obejmuje:

Start z wody. Lot prosty 10 s pod wiatr. Zakręt 180° w lewo z powrotem nad nadajnik. Jedna pętla zwykła. Druga pętla zwykła (bezpośrednio po poprzedniej). Beczka. Beczka w przeciwnym kierunku (bezpośrednio po poprzedniej). Ślizg na ogon. Ósemka pozioma (punkt przecięcia się nad nadajnikiem). Beczka w pionie. Wodowanie przelotne i start. Podejście do wodowania. Wodowanie. Powrót modelu do brzegu.

Czas lotu ograniczony do 10...12 minut.

Programy zawodów radiomodeli szybowców zboczowych pokazano na rysunkach 3-33 *d-h*. Są to programy zawodów rozgrywanych za granicą; u nas, jak dotąd, są rozgrywane jedynie konkurencje długotrwałości lotu (3 lub 5 startów z ograniczeniem lotów do 5 minut).

Na zboczu mogą być też rozgrywane wyścigi szybowców (rys. 3-33 *g*), a także konkurs wysokości lotu. Do pomiaru wysokości służy prosty przyrząd (rys. 3-33 *h*). Jako zbocza mogą służyć również wysokie brzegi jezior, rzek lub morza. Wysokość brzegu rzędu 15...50 m, wiatr powyżej 10 km/h w zupełności wystarczą.

Amerykański program zawodów radiomodeli redukcyjnych obejmuje: kołowanie na start z wiatrem i zakręt 120° (min. 5 m), start samodzielny, lot prosty, zakręt 90° w lewo, zakręt 270° w prawo, powrót nad nadajnik, ósemka pozioma nad nadajnikiem, lądowanie i ponowny start (bez zatrzymywania się), przewrót, 3 beczki, zawrót (imelman), 3 pętle zwykłe, beczka sterowana (4-punktowa), 3 górki, ósemka kubańska, korkociąg, ósemka pozioma odwrócona, ślizg na ogon, ósemka pionowa, lądowanie, kołowanie na postój. Łączna pojemność skokowa silników w wielosilnikowych radiomodelach latających może wynosić do 20 cm^3.

Oto przebieg i taktyka zawodów „Walka powietrzna". Nad kołem Φ 60 m latają trzy radiomodele. Każdy z nich zaopatrzony w taśmę-ogon.

Przed walką, która nie może toczyć się wyżej niż 45 m, ustala się dla wszystkich modeli jednakowy kierunek zawrotów np. w lewo oraz kolejność lądowania. Walczą dwa modele, trzeci czeka.

Taktyka walki polega na wyjściu zawrotem w ogon przeciwnika i cięciu taśmy śmigłem. Jeśli nasz model jest wolniejszy zawrót daje największe szanse. W walce kołowej (w poziomie) zmniejszamy prędkość do minimum i obserwujemy szybszego przeciwnika, jak krąży wokół nas. W odpowiednim momencie — skok! W walce w pionie, najlepiej w górnym punkcie pętli odwrócić się, dać się minąć szybszemu, a następnie przejść w pościg w locie nurkowym.

Typowe modele: powierzchnia skrzydeł — 36 dm², silnik — 7,5 cm³, profil płata NACA 2415, prędkość lotu — około 130 km/h.

W wielu krajach (np. w CSRS, USA) model jednoczynnościowy — szybowiec lub z napędem — może mieć obsługiwany ster kierunku, trymer statecznika poziomego i klapy hamulcowe lub regulację obrotów silnika. A więc można używać nawet aparatury 6-kanałowej. W wyścigach modeli, w których może startować kilku zawodników jednocześnie, każdy nadajnik musi mieć na antenie proporczyk o barwie określającej kanał w. cz., na jakim pracuje (np. kolor żółty — kanał 27,12 MHz, czerwony — 27,142 MHz itd.).

Z doświadczeń wynika, że sędziowie najwyżej oceniają figury akrobacji lotniczej wykonywane niezbyt wysoko, na małym obszarze oraz nie nad ich głowami i nie pod słońce. Dalej, model z głośnym silnikiem ma szanse uzyskać u nich nieco wyższą punktację, ponieważ sugeruje to większą prędkość lotu, a więc lepsze opanowanie sztuki pilotażu. Dodajmy jednocześnie, że w wielu krajach świata wprowadzono policyjny zakaz użytkowania modeli z silnikami bez tłumików obniżających poziom hałasu. Sędziowie europejscy wyżej cenią precyzję lotu kierowanego, amerykańscy zaś — jego dynamiczność. Ponieważ na poważnych zawodach międzynarodowych o zwycięstwie decydują nieraz różnice kilku punktów, przyjęto ostatnio system latania „pod sędziów". Jest to zresztą krytykowane, ale bezskutecznie.

Tak więc, aby odegrać jakąś rolę na poważnych zawodach radiomodelarskich, nie wystarcza już dzisiaj świetne opanowanie techniki pilotażu oraz niezawodność aparatury i modelu. Potrzeba jeszcze znajomości psychologii, a także umiejętności podkreślania cech widowiskowych wykonywanych ewolucji.

Nic też dziwnego, że każde zawody radiomodelarskie, to nie tylko impreza sportowa, ale jednocześnie (a często przede wszystkim) piękne widowisko, bardzo chętnie oglądane przez publiczność. Wiedzą o tym dobrze organizatorzy tych imprez.

Kilka porad praktycznych dla zawodników. Przed startem sprawdzić kąty regulacyjne na sprawdzianie. Korzystać zawsze z pogody (nazajutrz może być wiatr, który obniży ocenę lotu z reguły o 10%). Między kolejnymi startami można (jeśli trzeba), z lekka przeregulować wychylenia sterów i silnika. Każdorazowo, czyszcząc model po locie, sprawdzamy wszystkie zawiasy, zaczepy, połączenia, przewody paliwowe, mocowanie silnika, kół (jeśli koło lub inna część modelu odpadnie w locie otrzymamy 0 punktów). Na tydzień przed zawodami wszechstronnie sprawdzić model w locie, a potem wykonać przynajmniej jeden lot kontrolny. Gdy model nie lata należy zluźnić wszystkie popychacze.

Zawsze stosować jednakowe paliwo. Mieć duży zapas tego paliwa. Za-

znaczyć ustawienie gaźnika i sprawdzać przed każdym lotem. Warto pamiętać, że publiczność (a także konkurenci) lubi pokręcić iglicą gaźnika w naszym modelu.

Bardzo ważną rolę na zawodach odgrywa pomocnik. Do jego obowiązków należy zapis w rodzaju: model — 1,5 obr ⦶, model 2 — 2,75 obr ⦶, model 3 — lewe skrzydło 3 mm do przodu itp. Poza tym pomocnik strzeże model przed widzami i nie dopuszcza znajomych do pilota (który musi obserwować loty konkurentów i analizować ich błędy). Dalej, sprawdza wszystkie zamocowania, świece, dba o naładowany akumulator, aby skrzynka startowa zawierała klucz do świec, zapasowe świece itp. Wspólnie z pilotem czuwa nad pogodą, zmianą kierunku i siły wiatru, obszarami zawirowań itd. Pomocnik czuwa też nad tym, aby model był wypuszczony dokładnie pod wiatr. Obserwuje teren, pogodę i położenie słońca wyznaczając pilotowi właściwe miejsce dla ewolucji, jakby „ramy obrazu" w powietrzu. Ewolucje nie mogą być wykonywane na całym niebie.

Pomocnik nigdy nie krytykuje pilota podczas lotu. Przeciwnie, wspiera go moralnie. Uwagi krytyczne przekaże po locie. Poza tym pilot musi być wyspany, wypoczęty. Wszystkie czynności uboczne i techniczne wykonuje właśnie pomocnik.

Znaczne zwiększenie szans na zawodach modeli jednoczynnościowych z napędem może dać duży model (48,5 dm^2 powierzchni płata), z profilem symetrycznym z mocnym silnikiem (8...10 cm^3), o ciężarze rzędu 2,75 kG. Taki model nie boi się wiatru, który zwykle panuje podczas zawodów. A w tych warunkach szanse modelu z płatem z profilem płasko-wypukłym (Clark-Y) są 2 razy mniejsze niż proponowanego. Model taki powinien lekko opadać przy minimalnych obrotach silnika. Regulacja w locie ślizgowym jest zbędna (wszystkie manewry zawodnicze są wykonywane z pracującym silnikiem). Jeśli model wznosi się przy małych obrotach silnika należy regulować statecznik poziomy, a nie skłon osi silnika w dół. Wychylenia steru do 55° w każdą stronę bez obawy ślizgów na skrzydło.

Ciekawą metodę sprawdzenia przydatności danego radiomodelu akrobacyjnego do zawodów polecają czołowi modelarze amerykańscy. Wystarczą do tego dwa loty próbne. Oto ich program.

1. W locie ślizgowym (lub z małymi obrotami silnika) powoli wychylamy do góry ster wysokości i czekamy na to co się będzie działo. Czy możemy wówczas utrzymać sterem kierunku lub lotkami kierunek lotu? (Jest to próba przeciągnięcia).
2. Tuż po starcie wykonujemy zawrót, potem beczkę i żmijką (S) podchodzimy do lądowania. Czy uda nam się to wykonać do momentu przyziemienia w czasie poniżej 20 s? (Jest to najlepsza próba stateczności i sterowności).
3. Czy uda nam się wykonać poprawną pętlę lub beczkę w szybkim locie ślizgowym? Czy mamy odwagę wykonać to w końcowej fazie lotu, na podejściu do lądowania?

Jeśli odpowiedzi wypadną — TAK — wszystko w porządku.

Istotną rzeczą jest wybór właściwego miejsca na lotnisku i strefy akrobacji (rys. 3-33 *a*). Podczas treningów trzeba program lotów znać na pamięć i każdy manewr ćwiczyć kolejno. Należy też uwzględniać poprawkę na wiatr, zwłaszcza przy wykonywaniu serii pętli zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych (rys. 3-25 *k*).

A więc seria trzech pętli musi być wykonana w tym samym miejscu, bez ześlizgów, bez zawisania, bez załamań, z wejściem i wyjściem na tym

samym poziomie i w tym samym kierunku. W ósemce stojącej obie pętle muszą być jednakowe i ustawione nad sobą. Podejście do lądowania to rzadko oglądana na zawodach, wyraźna runda czterozakrętowa. Poza tym każdą figurę należy poprzedzić i zakończyć głośną informacją: początek, koniec lub start, stop.

Zawrót, pętle, wywrót, ósemkę stojącą, ósemkę leżącą, beczkę na wznoszeniu i korkociąg najlepiej jest wykonywać możliwie nisko, z boku pasa startowego. Przewrót — pod wiatr, ślizg na ogon — z wiatrem. Loty po prostej zaczynamy dokładnie nad nadajnikiem i tam kończymy (a nie 20 m obok, co się często widzi na zawodach). Także ósemkę odwróconą (na plecach) oraz podejście do lądowania zaczyna się dokładnie nad nadajnikiem (rys. 3-28—14).

Beczki robi się za jednym zamachem — z boku pasa startowego (z wiatrem lub pod wiatr) — jedną w lewo, drugą w prawo, a np. nie dwie w lewo (częsty błąd na zawodach, za który sędziowie odliczają punkty).

Międzynarodowe klasy i kategorie sportowe radiomodeli latających FAI

F3 — Modele latające kierowane zdalnie.

F3A — Modele z napędem — akrobacyjne (wieloczynnościowe).

F3B — Modele szybowców — akrobacyjne (wieloczynnościowe).

F3C — Modele z napędem — jednoczynnościowe (obsługa steru kierunku albo lotek i regulacji prędkości obrotowej silnika).

F3D — Modele szybowców — jednoczynnościowe (obsługa steru kierunku albo lotek i klap hamulcowych).

Motoszybowce. Modele nie ujęte dotychczas w klasyfikacji FAI. Od 1964 roku są jednak rozgrywane zawody międzynarodowe tych modeli. Typowe warunki zawodów są następujące. Aparatura 1- lub 2-kanałowa (tylko ster kierunku). Ciężar maksymalny 5 kG. Minimalne obciążenie jednostkowe pojemności skokowej cylindra silnika — 1 kG/cm^3. Czas na uruchomienie silnika — 2 min. Maksymalny czas pracy silnika — 180 s (180 punktów). Za każdą sekundę przekroczenia odlicza się 1 punkt. Model nie może mieć wyłącznika pracy silnika. Maksymalny czas lotu ślizgowego po zakończeniu pracy silnika — 300 s (300 punktów). Za każdą sekundę przekroczenia odlicza się 1 punkt. Za lądowanie w kole: o średnicy 50 m — 40 punktów, o średnicy 25 m — 80 punktów, o średnicy 10 m — 120 punktów. Maksymalna liczba punktów 600. Liczy się suma trzech startów.

M o d e l e. Całkowita powierzchnia nośna modelu (powierzchnia płata + powierzchnia statecznika poziomego) nie może przekraczać 150 dm^2 (1,5 m^2). Maksymalny ciężar modelu przy starcie — 5 kG. Maksymalne obciążenie jednostkowe całkowitej powierzchni nośnej — 75 G/dm^2 (radiomodele kategorii F3A, B, C, D) oraz — 100 G/dm^2 (radiomodele redukcyjne). Całkowita pojemność skokowa cylindrów silników w modelu nie może przekraczać 10 cm^3 (w radiomodelach redukcyjnych — 20 cm^3).

Model musi być wykonany przez zawodnika (zawodnik może być członkiem zespołu). Dopuszczalne jest wykorzystanie gotowych elementów produkcji fabrycznej, np. kadłubów, skrzydeł i usterzeń z tworzyw sztucznych, podwozia, silników, śmigieł, aparatury kierującej itp. Każdy zawodnik może mieć 2 modele, z których jeden jest zapasowy. W przypadku

poważnego uszkodzenia jednego z tych modeli zawodnik ma prawo zgłosić trzeci model, ale nie później niż na godzinę przed rozpoczęciem zawodów. Każdy zawodnik może mieć 2 pomocników.

S ę d z i o w a n i e. Oceny punktowe zostały podane w rozdziale 3.4. Loty akrobacyjne ocenia 6 sędziów w trzech zespołach. Każdy sędzia ocenia dwukrotnie danego zawodnika. Średnia z ocen 4 sędziów jest wynikiem danego lotu. Wynik końcowy jest sumą ocen z trzech lotów.

Przykład sędziowania trzech kolejek startów przez trzy zespoły 4-osobowe wybrane spośród 6 sędziów (oznaczonych jako A, B, C, D, E, F):

zawodnicy 1—4: pierwszy lot ABCD, drugi lot — EFAB, trzeci lot — CDEF

zawodnicy 5—8: pierwszy lot — CDEF, drugi lot — ABCD — trzeci lot — EFAB

zawodnicy 9—12: pierwszy lot — EFAB, drugi lot — CDEF, trzeci lot — ABCD

(Przy większej liczbie zawodników — zespoły sędziowskie powtarzają się od początku).

R e k o r d y. FAI rejestruje tylko rekordy modeli z silnikiem tłokowym oraz modeli szybowców.

Baza pomiarowa dla lotów prędkościowych — 200 m dla modeli z napędem i 50 m — dla szybowców. Przelot w obu kierunkach bez międzylądowania. Wysokość na 100-metrowym dolocie do bazy 200 m nie może przewyższać 30 m, na 25-metrowym dolocie do bazy 50 m — 20 m. Wysokość ta jest oceniana względem punktu, gdzie znajduje się operator.

.Baza pomiarowa dla lotów po obwodzie zamkniętym — 500 m dla modeli z napędem i 100 m — dla szybowców. Liczy się liczbę zakrętów wykonanych wokół dwóch punktów określających bazę. W jednym locie można ustanowić rekord długotrwałości i odległości.

Modele szybowców mogą startować z holu długości do 300 m (długość holu rozciąganego z siłą 2 kG). Start i holowanie musi nastąpić z ziemi; tam też musi pozostawać operator. Modele z napędem mogą startować z ręki lub z ziemi.

Każdy nowy rekord musi przewyższać poprzedni o 10%. W czasie ustanawiania rekordu operator nie może być wyręczany przez pomocników; przez cały czas musi sam kierować modelem.

Do pomiarów wysokości lotu mogą być użyte barografy lub urządzenia radiolokacyjne.

Elektryczne źródła zasilania

Tablica 3-4

Kraj	Typ	V	Wymiary mm	Ciężar G	Pojemność Ah	Max. prąd wyładowania A	Prąd wyładowania w czasie 5 minut A	Uwagi
	R1	1,5	⌀ 12×29	7	0,11	0,30		
	R3	1,5	⌀ 10×44			0,30		
	R6	1,5	⌀ 14×49	14	0,20	0,30		Prąd zwarcia 2 A
	R10	1,5	⌀ 20×35	21	0,44	0,30		
	R12	1,5	⌀ 22×60	32	0,60	0,30		
Oznaczenia	R14	1,5	⌀ 25×48	42	1,10	0,30		
między-	R20	1,5	⌀ 33×60	90	2,90	0,30		Prąd zwarcia 4...6 A
narodowe	2R10	3,0	⌀ 21×73	43	0,22	0,30		Prąd zwarcia 3 A
(1)	3R12	4,5	22×62×66	120	0,60	0,30		Prąd zwarcia 4...5 A
	4R25	6,0	67×67×102	600	5,30	0,30		
	6F22	9,0	17×26×48	36	0,01	0,01		Prąd zwarcia 0,04 A
	10F20	15,0	16×27×37	240		0,01		
	45F40	67,5	34×72×93	350	0,30	0,03		
	57F40	85,0	35×79×110	450		0,03		
	84F90	120	95×110×165	2990		0,03		
PRL	RF-2	1,5	11×25×88	35		2,0		Magnezowa
	5MgF120	7,5	70×80×115	350	7,50	5,0		McMurdo LM-2, LM-4
Anglia	Aquacell	1,5	25×25×3	13				
USA	Mi-T-Cell	1,5						
Japonia	Diamond S.C.	1,1		2,8	1 A min	1,5		Yuasa V1A
NRF (2)	SMZ	1,5		3,0	5 A min			Varta, Pertrix
NRD	ETS (RZP-2)	2,0	11×31×41	40	0,50			Prąd zwarcia 4...6 A
Anglia	Magnatex	2,0						
NRF (3)	Rulag RL-4	2,0	10×28×37	30	0,35			

c. d. tabl. 3-4

Kraj	Typ	V	Wymiary mm	Ciężar G	Pojemność Ah	Max. prąd wyładowania A	Prąd wyładowania w czasie 5 minut A	Uwagi
PRL	KN0,02	1,2	⌀ 11,6×5,3	1,3	0,02	0,02		Odpowiedniki: DEAC (Europa zachodnia), GLZ (NRD)
	KN0,05	1,2	⌀ 15,5×5,8	2,7	0,05	0,02		
	KN0,2	1,2	⌀ 25,2×9,4	15	0,2	0,03		
	KN0,45	1,2	⌀ 43×7,5	33	0,45	0,05		
	KR0,9	1,2	⌀ 14×90	43	0,9	0,09		
	KN-2	1,2	19×35×60	100	1,0	1,0		
	KN-3	1,2	35×35×60	150	2,0	2,0		
ZSRR	7D-01	8,75	⌀ 23×61	65	0,1	0,3		Zasilanie odbiorników tranzystorowych
NRD	GLZ 9131.4	4,8	⌀ 43×29	127	0,45	0,3		Zasilanie golarek
NRF (4)	150DK(Z)	1,2	⌀ 25×6,6	11	0,15	0,3		DEAC
	225DK(Z)	1,2	⌀ 25×8,6	12,5	0,225	0,3		DEAC
	500DK(Z)	1,2	⌀ 43×7,6	33	0,50	0,3		DEAC
PRL	C 1,5	1,5	15×28×50	40	1,5	1,5	3,5	
	C 5	1,5	24×51×75	125	5,0	5,0	15,0	
	C 10	1,5	24×51×110	210	10,0	10,0		
	C 20	1,5	26×59×115	350	20,0	20,0		
ZSRR	SC-0,5	1,5	12×24×47	24	0,5	0,5	2	Prąd zwarcia do 600 A
	SCS-0,5	1,5	12×24×47	20	0,5	1,0	7	
	SC-1,5	1,5	14×28×50	35	1,5	1,5	3,5	
	SCS-1,5	1,5	14×28×50	35	1,5	1,7	7	
	SCS-3	1,5	18×43×75	105	3,0	3,0	70	
	SCK-3	1,5	18×43×75	105	3,0	4,0		
	SCS-5	1,5	33×46×81	180	5,0	5,0	70	
CSRS		1,5	16×28×45	35	1,5	1,5	4,5	

Anglia	H.075	1,5	14×29×38	21	0,75			Venner
	H.105	1,5	16×29×51	35	1,5			Venner
	L2	1,5	16×29×51	35	2,0			Venner
	H.4	1,5	20×42×84	106	4,0			Venner
(5)	L1	1,5	14×29×38	25	1,0			
PRL	R2,5N	2,0	23×51×103	225	2,5	2,5		Niewylewne
	2R2,5N	4,0	47×51×103	450	2,5	2,5		
	R10N	2,0	25×135×135	500	10,0	10,0		
NRD	EB	4,0	50×60×90	430	3,0			Do lamp błyskowych
	EB	4,0	65×80×100	800	5,0			Quaiser
NRF	1A×2	2,0	18,2×42×51	88,5	1,0	15 A—51 s	3,5 A —	7 A — 2 min; Dryfit
	2A×2	4,0	34,5×42×51	171,5	1,0		6 min	Sonnenschein-Dryfit
	3A×2	6,0	51×42×51	250	1,0			Sonnenschein-Dryfit
	3G×3/F	6,0	34×61×134	670	2,6			Sonnenschein-Dryfit
Anglia	SP.I	2,0	22×79×81	341	3,0			Exide
	2SP.I	4,0	44×79×81	580	3,0			Exide
(6)	MRP7	2,0	35×29×44	330	4,0			Exide
NRF (7)		0,4	20×10×0,5	0,25		0,05		Ciężar baterii 12 V/50 mA — 7,5 G

Objaśnienia: *1* — ogniwa i baterie suche, *2* — ogniwa nalewne jednorazowego użytku, *3* — miniaturowe akumulatory ołowiowe, *4* — akumulatory kadmowo-niklowe, *5* — akumulatory srebrowo-cynkowe, *6* — akumulatory ołowiowe, *7* — baterie słoneczne (krzemowe ogniwa fotoelektryczne); ogniwa i baterie suche są nieraz dodatkowo oznaczane barwną opaską na opakowaniu: *kolor niebieski* — baterie do latarek, *czerwony* — baterie do małych odbiorników radiowych, zegarów elektrycznych itp., *żółty* — baterie do urządzeń o bardzo dużym poborze prądu, jak magnetofony, golarki, gramofony itp.

Litera *S* w akumulatorach srebrowo-cynkowych radzieckich (np. SCS-1,5) i *H* w angielskich (np. H. 105) oznacza typy przystosowane do szybkiego rozładowania dużymi prądami. Poza tym spotyka się ogniwa i baterie krajowe: *S1* (1,5 V; 3,75 Ah; 0,15 kG), *3S4* (4,5 V; 37 Ah; 1,7 kG), *4R20-2* (6 V; 12 Ah; 0,95 kG), *5R20-3* (7,5 V; 18 Ah; 1,7 kG), *15F20* (22,5 V; 0,035 kG), *20F20* (30 V; 0,045 kG), *30F30* (45 V; 0,3 kG), *60F90/R22-11* (90 + 1,5 V; 3,5 kG), *60F105/R22-12* (90 + 1,5 V; 5,8 kG), *80F90* (120 V; 3 kG), *80R12* (120 V; 3,8 kG); oznaczenia międzynarodowe podane w grupie *1* dotyczą również ogniw i baterii krajowych.

W akumulatorach wyposażonych we wskaźniki kulkowe ich położenie oznacza: wszystkie kulki w górze — pełna pojemność; opadnięcie czarnej kulki — 10% rozładowania; opadnięcie czerwonej kulki — 50% rozładowania; opadnięcie zielonej kulki — 80% rozładowania akumulatora.

Śruby plastykowe do modeli pływających * Tablica 3-5

Ø mm	Liczba łopat	Wał	Silnik cm^3	Typ handlowy Graupner	Uwagi
30	2	M4	1... 1,5	Nr 455/1	Śruby o dużej powierzchni łopat i sko-
35	2	M4	1,5... 2,5	455/2	ku przeznaczone przede wszystkim dla
40	2	M4	3,5... 6	455/3	silników spalinowych lub silników
40	2	M5	3,5... 6	455/4	elektrycznych o mocy powyżej 250 W
45	2	M4	3,5... 6	455/5	
45	2	M5	3,5... 6	456/6	
50	2	M5	8... 10	455/7	
70	2	M5	15... 20	455/8	
30	3	M2	Silniki elektryczne i spalinowe (małej mocy)	1382/2	„Monoperm Super" 3 V (10 V — 30 W)
30	2	M4		451/1	„Monoperm Super" 3 V (10 V — 30 W)
35	2	M4		451/2	„Decaperm" (8 V — 30 W)
40	2	M4		451/3	
45	2	M4		451/4	
50	2	M4		451/5	„Nautocraft" (7,5 V — 30 W)
50	2	M5		451/6	
55	2	M4		451/7	„Nautocraft" 7,5 V — 60 W
55	2	M5		451/8	
62	2	M4		451/9	Ten dział obejmuje śruby o zmniejszo-
62	2	M5		451/10	nej powierzchni łopat i mniejszym
65	3	M5			skoku przeznaczone przede wszystkim
					do silników elektrycznych

* Są to śruby najbardziej rozpowszechnione w Europie.

Tablica 3-6

Śruby metalowe lub plastykowe do modeli pływających*

Ø × skok mm	Typ handlowy Octura	Uwagi
48×64	Nr 1	Silnik 5...7,5 cm^3
54×57	2	Silnik 10 cm^3 (zapłon żarowy lub iskrowy), silnik elektryczny; dla modeli ciężkich wszelkiego rodzaju
54×67	3	Jak Nr 2 lecz o większej powierzchni łopat
53×64	4	Jak Nr 2 lecz dla lekkich ślizgów wszelkiego rodzaju
57×83	5	Jak Nr 4
56×64	6	Jak Nr 4 lecz o większej powierzchni łopat
65×83	7	Silnik 15 cm^3
30×37	30P	Silnik 2,5 cm^3; dla modeli wypornościowych i ciężkich ślizgów
37×37	35P	Silnik 2,5...3,5 cm^3; dla ślizgów wszelkiego rodzaju
40×35	40P	Silnik 2,5 cm^3 (samozapłonowy) ...5 cm^3 (zapłon żarowy)
45×42	45P	Silnik 5...6 cm^3 (zapłon żarowy); dla ślizgów wszelkiego rodzaju
50×47	50P	Silnik 6...7,5 cm^3 — jak wyżej
56×52	55P	Silnik 7,5...10 cm^3 — jak wyżej
64×45	62P	Silnik 10 cm^3 (zapłon żarowy) — dla modeli wszelkiego rodzaju

* Są to śruby 2-łopatowe produkcji USA. Śruby japońskie są wzorowane na śrubach „Octura".

Tablica 3-7

Mikrosilniki elektryczne

Kraj	Oznaczenie	Wymiary mm	Ciężar G	Napięcie V	Dane znamionowe				Typ	Śruba wodna			Uwagi
					V	obr/min	I_o (A)	I_z (A)		Ø (mm)	skok (mm)	liczba łopat	
PRL	S-1	35×35×28	50	1,5... 9	4,5	3 500	0,110		MT				0,3 W
	MS-1	35×35×40	58	1 ... 9	4,5	6 000	0,250		MT				MS-1P z prze-
	MS-3			1 ... 9	4,5	6 100			MT				kładnią
	MS-4			1 ... 9	4,5	5 900			MT				0,35 W
	SM-1	ϕ 28×45	95	4 ...12	6,3	7 000	0,350	8 Gcm	MT				0,8 W
	SM-8	ϕ 28×72	160	6 ...36	24	13 500	0,040		MT				15 W (0,65 A)
	SM-10			6 ...36	24				MT				> 15 W
ZSRR	MU-30	ϕ 52×85	600	6 ...36	24	5 600		520 Gcm	S				30 W (5 A)
	MU-110	ϕ 40×79	330	6 ...36	24	5 500		88 Gcm	S				5 W (1 A)
	MU-15		650	6 ...36	26	10 000			S				15 W (2,3 A)
	MU-50		900	6 ...36	24	5 600		1040 Gcm	S				60 W (6 A)
	MU-100		1200	6 ...36	24	7 500		1820 Gcm	S				140 W (13 A)
Jugosławia	EMT-2R (X-64, 66)		20 ...60		4,5	3 500			MT				20:1; 60:1
CSRS	Igla	26×26×37	57	1,5... 9		4 500			MT				0,4 W; max. 12 V
NRD	4,5-Pico	ϕ 17×26	18	1,5... 9	4,5	7 500	0,030		MT				
	12-Pico	ϕ 17×38	30	4,5...16	12	5 000	0,030		MT				
	12-Pico	18×24×32		4,5...12		4 500			MT				
	12-Gützold	ϕ 27×48		4 ...12	16	14 000			MT				Max. 16 V
	Eliog	ϕ 25×49	72	3 ... 9	4,5	2 500	0,075		MT				Podobne: 4,5 gp 3;
	IFA-9		500	6 ...12					MT				6 gp 7; 12 gp 7
	Wartburg		1000	6 ...12						50		3	
Anglia	Mighty Midget	37×32×38	50	3 ... 6	6	12 000	0,200	0,8	MT				Przekładnia 7:1
	Taycol Asteroid	41×35×70	226	4,5...12	6	6 000	0,400	3,0	S	38	25	3	Podobny: Target
	Taycol Meteor	42×69×72	354	4,5...12	6	6 500	0,500	4,0	S	38(50)	44	3(2)	Podobny: Torpedo
	Taycol Standard	42×69×117	510	6 ...12	12	9 700	1,400	12,0	S	38	44	3	Niebieski 40%
	Taycol Standard	42×69×117	510	6 ...12	12	9 700	1,400	12,0	S	38(44)	44(57)	3	Czerwony 40%
	Taycol Super-marine	60×100×110	950	8 ...12	12	8 000	1,000	14,0	S	44(50)	57	3(2)	720 Gcm
					6	4 800	1,000	6,4		50	57	2	

Kraj	Oznaczenie	Wymiary mm	Ciężar G	Napięcie V	Dane znamionowe				Typ	Śruba wodna			Uwagi
					V	obr/min	*Io* (A)	*Iz* (A)		Ø (mm)	skok (mm)	liczba łopat	
	Taycol Supermarine Special	60×100×110	1027	8 ...12	12	8 000	1,800	14,0	S	44	57	3	6 V — 4800 obr/min
	Taycol Double-Special	60×110×132	1130	8 ...12	12	10 000	2,200	16,0	S	57	50	2	66%; max. 24 V
Włochy	Monteleone K30DD	36×55×72	180	6 ...12	6	5 000	0,500	2,4	MT				2,5:1
NRF	Nanoperm-2500	13×16×20	10	2 ...12		12 000		0,5	MT				
	Mikroperm-6000	Ø 17×22,5	13	1 ... 6	2	7 000	0,240	1,3	MT				6 V — 16 000 obr/min
	Mikroperm-2000	Ø 17×22,5	13	3 ...12	6	12 000	0,080	0,4	MT				40%
	Miliperm-4000	Ø 21×25	21	1 ... 6	2	8 000	0,240	1,5	MT	20		3	15 Gcm
	Miliperm-1500	Ø 21×25	21	3 ...12	6	9 000	0,080	0,5	MT	20		3	12 V/250 mA
	Miliperm-Spezial	Ø 22×32,5		6 ...12	12	10 000		0,5	MT				
	Monoperm-1000	Ø 30×36	57	3 ...12	6	6 000	0,150	1,8	MT	20(30)		3	60 Gcm, 55%
	Monoperm Super-1000	Ø 30×46	90	3 ...15	6	6 000	0,120	1,5	MT	20		3	15 V (18 W) — max.
	Monoperm Super-2000	Ø 30×46	90	1,5...10	3	6 000	0,240	2,6	MT	20		3	10 V (18 W) — max.
	Monoperm-Spezial	Ø 30×37,5	70	6 ...12	6	9 000			MT				Max. 120 Gcm 68%
	Indoperm-1000	Ø 30×38	65	3 ...12	6		0,250	1,5	MT				
	Decaperm-1000	Ø 40×60	190	3 ...12	6	6 000	0,600	4,2	MT	32(50)		2	60%; 12V/0,75 A (max.)
	Hectoperm-1000	Ø 50×60	318	3 ...12	6	6 000	0,800	6,0	MT	32(50)		2	50%
	Mikromax T-03	Ø 20×22	25	1 ... 4	3	14 100	0,060	1,0	MD	20(50)		3	5 Ω; 15:1; 60:1 80%
	Mikromax T-05	Ø 15×16	12	1 ... 4	2	18 000	0,020	0,55	MD	20		3	3 Ω; rozruch 0,08 V
	Distler M-70	Ø 25×58	75	1 ... 6	4	3 650	0,014	0,16	MD	20(30)		3	68%; 7,7 Gcm
	Nautocraft	45×47×70	300	3 ... 9	6	5 500	0,200	10,00	MT	32(50)		2	12 V (30 W) — max; 50%
	Neptune-Super	30×50×136	96	4 ...10	6		0,260	1,40	MT	32		3	Przyczepny; ciąg
												3	175 G
	Bongo-II	29×44×95	135	6 ...12			0,260	1,40	MT	36			110 Gcm
	Mauthe 16-35		32,5	1,6... 5					MD				80%
Szwajcaria	Escap	Ø 26×30	34	1,5... 4,5	2	4 000	0,007		MD	50		3	41%; 22 Ω; 5:1; 60:1

USA	Pittman 9003	41x47x54		3 ... 6	6	8 000	0,400	8,00	MT	38(50)	50	2	46%/500 obr/min 3,5 A/2550 obr/min
	Pittman Boatmaster	59x68x89	485	8 ...12	8	4 500	0,630		MT	44			46%/12 000 obr/min
	Bonner	16x22x32	26	4 ...12	6	13 000	0,160	1,25	MT	20			
Japonia	KAKO-01	16x18x25	21	1,5... 3	3	8 000	0,420	1,30	MT	20			Aristo-01
	KAKO-0	25x29x36	35	1,5... 4,5	3	8 000	0 380	1,60	MT	20		2	Aristo-0
	KAKO-1	26x30x35	40	1,5... 4,5	3	7 000	0,400	1,30	MT	25			Aristo-1
	KAKO-2	29x36x44	64	1,5... 4,5	3	5 500	0,600	1,40	MT	25			Aristo-2
	KAKO-3	32x37x49	80	1,5... 6	6	7 800	1,000	2,20	MT	32	25		Aristo-3
	KAKO-4	34x38x57	142	3 ... 6	6	8 000	0,500	2,40	MT	38	44		Aristo-4
	KAKO-5	40x54x70	311	3 ...12	6	6 000	0,650	2,30	MT	44	57		Aristo-5
	MABUCHI-15	22x23x27	21	2 ... 4,5	3	9 000	0,300		MT	20			Orbit-105
	MABUCHI-25	22x24x28	28	2 ... 4,5	3	9 000	0,250		MT	20			Orbit-205
	MABUCHI-35	25x28x30	36	3 ... 4,5	3	8 000	0,250		MT	32	25		Orbit-305
	MABUCHI-45	28x32x39	49	3 ... 4,5	4,5	8 000	0,300		MT	38	44		Orbit-405
	MABUCHI-55	30x35x36	63	3 ... 6	4,5	6 500	0,200		MT	44	57		Orbit-505
	MABUCHI-65	38x41x54	134	6 ...13	9	7 000			MT	44	57		Orbit-605
	MABUCHI AP-35		42	1 ... 6	6	18 000		4,70	MT				Do modeli latających; 7:1
Różne kraje	Silnik od wycieraczki samochodowej	50x70x70	600	6 ...12	6		0,450	4,50	S	38	45	2(3)	Przeciętny

Objaśnienia: obroty — biegu jałowego (bez obciążenia), *Io* — prąd biegu jałowego, *Iz* — prąd zwarcia (wał silnika zahamowany), *MT* — silnik z magnesem trwałym, *MD* — silnik z magnesem trwałym i wirnikiem kubkowym, *S* — silnik szeregowy. W rubryce „Uwagi" — podano moc silnika na wale. Cecha WG lub WGL przy oznaczeniach mikrosilników NRF określa przekładnię kątową. „Bongo-II", to zespół napędowo-kierujący ze śrubą tunelową (silnik „Monoperm Super").

W ostatniej rubryce podano: sprawność mikrosilnika (%), oporność uzwojenia, moment obrotowy i spotykane przekładnie.

ADRESY PORADNI TECHNICZNYCH I ŹRÓDEŁ ZAKUPU SPRZĘTU

Informacje w sprawach zezwoleń na posiadanie i użytkowanie radiowych urządzeń nadawczych do zdalnego kierowania modeli:

Liga Obrony Kraju, Warszawa, ul. Chocimska 14, tel. 45-12-31, (Wydział Łączności lub Wydział Modelarstwa) oraz oddziały terenowe i radiokluby tej organizacji.

Polski Związek Krótkofalowców, Warszawa, ul. Nowy Zjazd 1 (skrytka pocztowa 320), tel. 26-73-73 oraz oddziały terenowe i kluby tej organizacji.

Aeroklub PRL, Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 55, tel. 26-20-21 (Wydział Kół Lotniczych i Modelarstwa) oraz aerokluby regionalne.

Porady techniczne:

„Modelarz" — miesięcznik, Warszawa, ul. Chocimska 14, tel. 45-12-31.

„Radioamator i Krótkofalowiec" — miesięcznik, Warszawa, ul. Nowowiejska 1, tel. 21-34-06.

„Skrzydlata Polska" — tygodnik, Warszawa, ul. Widok 8, tel. 27-33-78.

Pałac Młodzieży, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki.
Pałac Młodzieży, Katowice, ul. Mikołowska 26.
Harcerski Ośrodek Techniczny, Warszawa, ul. Konopnickiej 6.

Centralny Ośrodek Doświadczalny Modelarstwa Lotniczego APRL, Warszawa, Lotnisko Gocław, tel. 17-83-11.

Stacja „Młodego Technika", Warszawa, ul. Okrąg 10, tel. 21-66-05.

Zródła zakupu sprzętu modelarskiego:

Centralna Składnica Harcerska, Warszawa, Aleja Róż 2 (informacja w zasięgu całego kraju).

Źródła zakupu sprzętu radioelektronicznego:

Biuro Zbytu Sprzętu Teleradiotechnicznego, Warszawa ul. Nowogrodzka 50 (informacja w zasięgu całego kraju).

Centrala ZURiT, Warszawa, ul. Świętokrzyska 3 (informacja w zasięgu całego kraju).

ADRESY SPECJALNYCH SKLEPÓW MODELARSKICH I RADIOAMATORSKICH W KRAJACH SOCJALISTYCZNYCH

ZSRR: Moskwa, Dom Handlowy „Dietskij Mir" (sprzęt modelarski i radioamatorski).

ČSRS: Praha, „Radioamater", Zitna 7 (sprzęt radioamatorski)
Praha, „Modelárské Potreby", Parizská 1 (sprzęt modelarski).
Praha, Jindrisska 27 (sprzęt młodego technika).

NRD: Berlin, „RFT", Warschauerstr. 71 (sklep fabryczny — sprzęt radioamatorski).
Berlin, „Haus des Kindes", Strausbergerpl. 18 (sprzęt modelarski i młodego technika).
Berlin, „Radiobastlerbedarf", Hufelandstr. 25 (sprzęt radioamatorski).
Dresden, „Funkamateur", Bürgerstr. 47 (sprzęt radioamatorski).
Dresden, „Der Modellbauer", Wallstr. (sprzęt modelarski).
Leipzig, Schuhmachergässchen 5 (sprzęt radioamatorski).

JUGOSŁAWIA: Beograd, Dom Handlowy „Beograd", Terazije 15—23 (sprzęt modelarski i radioamatorski).
Beograd, Cara Urosa 19 (sprzęt młodego technika).
Beograd, „Centar za vazduhoplovno modelarstvo", Timocka 18 (sprzęt modelarski).

WĘGRY: Budapeszt, EM, József Attila 16 (sprzęt radioamatorski).

LITERATURA

W języku polskim:

Z. Dutkiewicz — Modelarstwo samochodowe. Wyd. 2. WKŁ, Warszawa 1966.
W. Schier — Miniaturowe lotnictwo cz. I. Wyd. 3. WKŁ, Warszawa 1965.
W. Schier — Miniaturowe lotnictwo cz. II. Wyd. 2 WKŁ, Warszawa 1968.
J. Wojciechowski — Zdalne kierowanie modeli. WKŁ, Warszawa 1967.
J. Wojciechowski — Jak zbudować kierowany radiem model samochodu, statku i samolotu. WKŁ, Warszawa 1962 i 1963.
J. Wojciechowski — Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu i w szkole, część I. WKŁ, Warszawa 1962 i 1963.
J. Wojciechowski — Nowoczesne zabawki — Elektronika w domu, w pracy i w szkole, część II. WKŁ, Warszawa 1966.
J. Wojciechowski — Wodolot „Ważka", WH, Warszawa 1965.
J. Wojciechowski — Pies elektroniczny i inne ciekawe modele. WNT, Warszawa 1962.
J. Wojciechowski, Z. Korsak — Zdalne sterowanie modeli. WK, Warszawa 1958.

W języku angielskim:

Praca zbiorowa — Technical Symposium on Radio Control, Washington 1958—1967.
Praca zbiorowa — American Modeller Annual, New York 1961—1966.
Praca zbiorowa — Aeromodeller Annual, London 1949—1968.
Czasopisma: „Radio Control Models and Electronics", „Model Airplane News".

W języku bułgarskim:

J. Wojciechowski — Zabawna elektronika, Sofia 1966.

W języku czeskim:


Czasopismo „Modelár".

W języku niemieckim:

Czasopisma: „Modell", „Mechanikus", „Flug-Modell-Technik".


W języku rosyjskim:


Czasopismo „Modielist-Konstruktor".



BAŁTYK

Zdalnie kierowany model pływający z napędem elektrycznym lub spalinowym
Arkusz 1 (początek)
Skala 1 : 1


Napęd steru przez gwiazdowy mechanizm wykonawczy i cięgła
Napęd steru przez gwiazdowy mechanizm wykonawczy i popychacze
Sprężynka
Cięgła
Szczegół A
Śruba M2,5
Lutować
Podkładka
Drut stalowy φ1÷1,5 mm
Pokrętło zwijające gumę
Pasmo gumy
Ster
Do odbiornika i baterii
Szczegół B
Śruba M2
Regulacja
Sterownik gwiazdowy
2 sztuki
Zasilenie silnika elektr. (do 10 W) z baterii płaskich 4,5 V
Do silnika
Wyłącznik
13,5 V 2Ah
Bateria 4,5V
Widok z przodu
Widok z boku
Widok z dołu
Wydrążyć
Oczko z drutu
Zawieszenie obrotowe
Nit lub śruba
Przekrój a–a
Linki
2 sztuki (lewy i prawy)
Światła: zielone i czerwone
BAŁTYK
Arkusz 2 (dokończenie)
Skala 1 : 1



Środek ciężkości
Kołek φ4mm
Silnik 1,5cm³ (0,5÷2cm³)
Klocek
Łączniki skrzydeł - sklejka 2mm
Nić z klejem
Zbiornik paliwa
Sklejka 1,5mm
„Okno" namalowane
Sosna 3×3mm
Mechanizm wykonawczy
Odbiornik i zasilacze
Bateria 4,5V
Kołek φ4mm
Guma
Skobel
Kołek φ4
Sklejka 5mm
Sklejka 1,5mm
Sosna 3×3mm
Kołek φ4mm
Balsa 4mm lub styropian
Wychylenie steru: w stronę obrotów śmigła - 13° w przeciwną - 7°
Sklejka 3mm
Wręga pełna - w przypadku dla zamocowania mechanizmu wykonawczego
Balsa lub styropian
Żebra skrzydeł
Podwozie dwukołowe
Wybrać drewno
WIDOK Z PRZODU
Sklejka 1mm
Żebro 1
Podwozie główne
Podwozie przednie
Cienki drut miedziany + lutowanie
Stal φ2-2,5mm
Stal φ2mm
Sklejka 3mm
Podłoga - sklejka 3mm
Skłon boczny 0÷1,5°
Klocek
Sklejka 1,5mm
Sosna 2×5mm
Sosna 3×3mm
Okleić z dołu i z góry balsą, sklejką 0,6-0,8mm lub kartonem
Sosna 2×3mm
Sosna 2,5×10mm
Żebra pełne 1,5mm
Skrzydła niedzielone
Oś symetrii płata
Balsa lub styropian
Obrys płata uproszczonego (Wszystkie żebra jednakowe)
Sosna 3×5mm
Sosna 2×5mm
Sosna 3×3mm
Obrys statecznika z żebrami sklejkowymi
Rozstaw żeber
Żebra statecznika - Sklejka 1mm
Pokrycie z dołu i z góry balsą, sklejką 0,6mm lub kartonem
Oś symetrii statecznika
ELEKTRON – 3
Zdalnie kierowany model latający z silnikiem spalinowym
Skala 1 : 1

Rozmieszczenie części

Gniazdo antenowe

A-A

B-B

Przekrój A-A

Izolator

Lut

Podkładka

M3,5

Przekrój B-B

Blacha stalowa 1 mm

Konstrukcja podwozia

Inne rozwiązania napędu kół tylnych

Silnik elektr.

Rurka gumowa (wentyl)

Przekładnia zębata

Oddzielne zawieszenie

M5

ø3

ø2

M3

2 sztuki (lewy i prawy)

ø4

ø3

Mosiądz 1,5 mm

ø2 (stal)

ø3 (stal)

Mosiądz

M3 (stal)

M5 (stal)

Obrotowo

ø5 (stal)

Mechanizm kierujący kół przednich 2:1

Wymiary dopasować indywidualnie

Czop ø2

Mosiądz 1mm

ø2

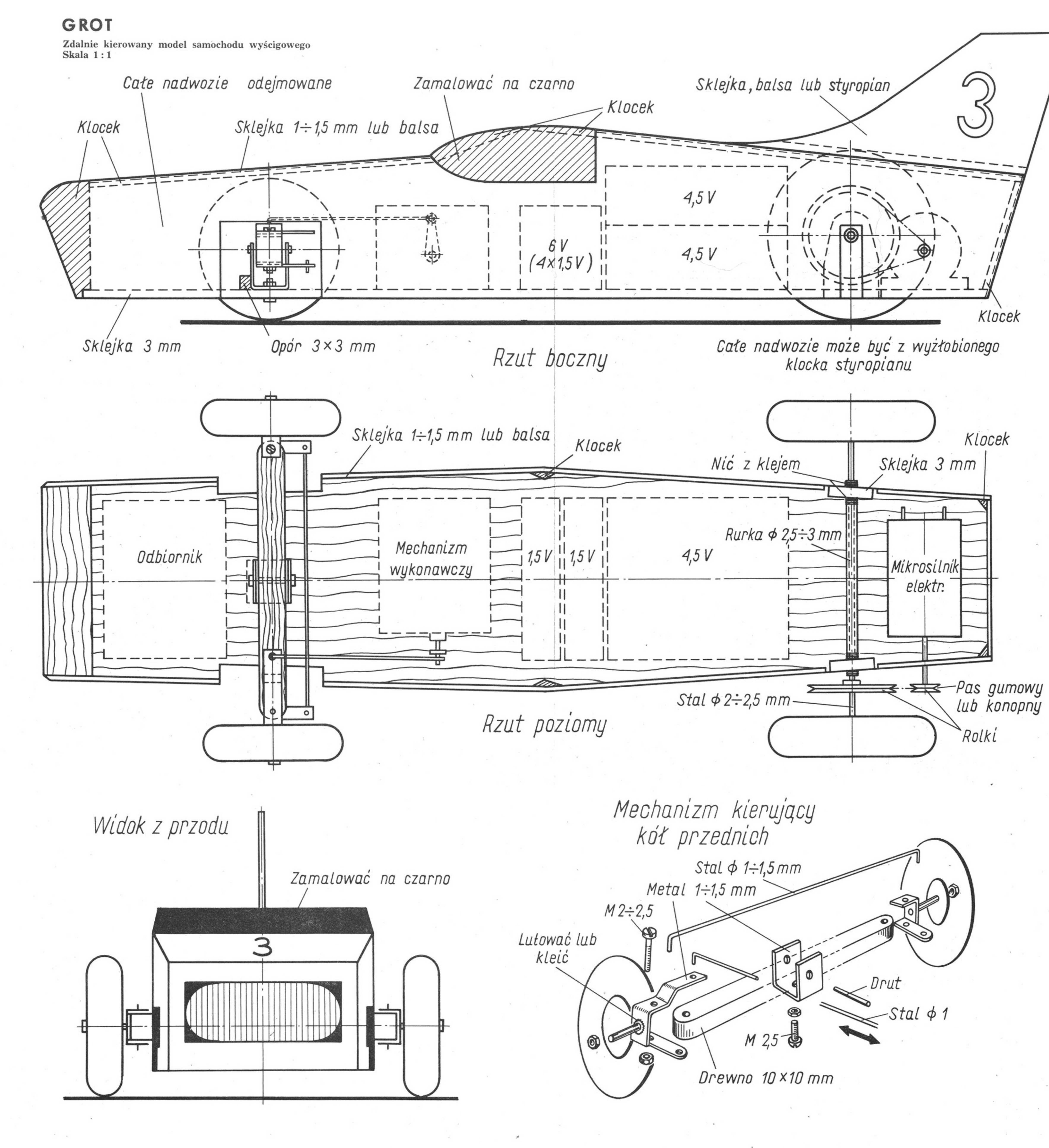
ø4

ø3

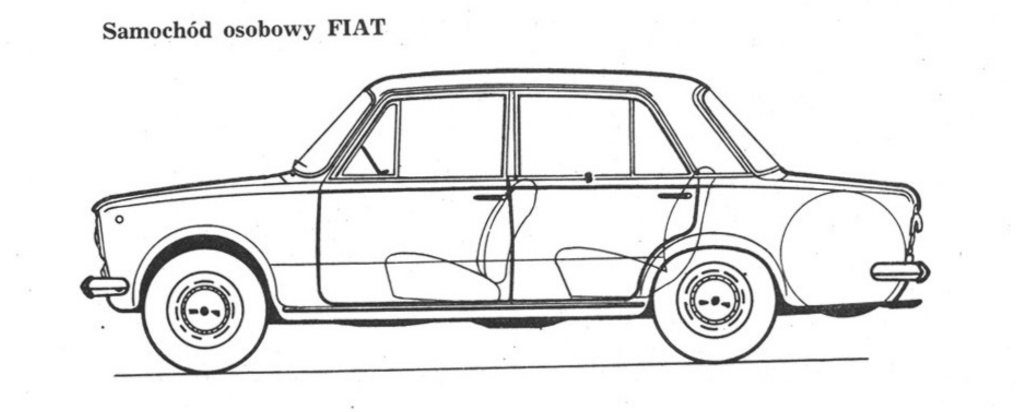
Dural 2 mm

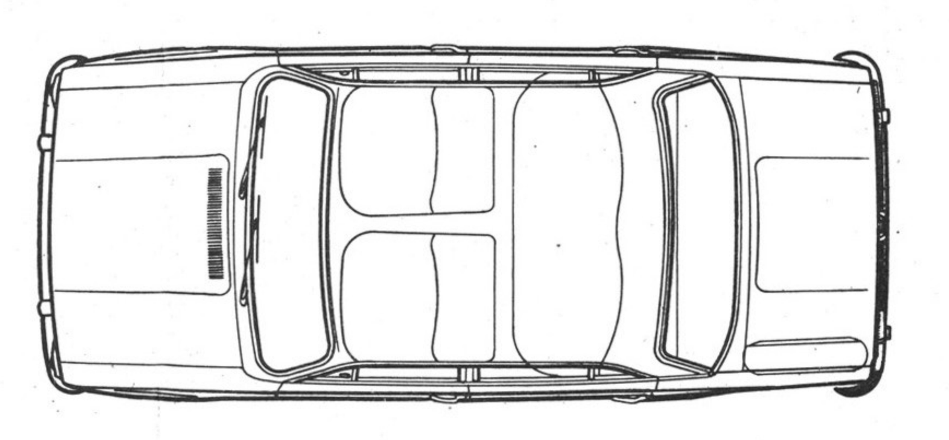
Samochodowe podwozie uniwersalne
Wymiary zasadnicze dopasować do skali modelu samochodu

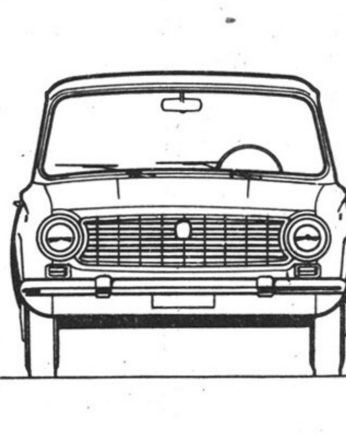
Oznaczenia: *1* — koło zębate Ø 45 mm (wycinek), *2* — ślimacznica Ø 12 × × 15 mm, *3* — mechanizm różnicowy, *4* — silnik kierujący, *5* — silnik napędowy, *6* — kondensatory blokujące silniki (10 000 pF), *7* — zasilanie mikrosilników elektrycznych, *8* — odbiornik z zasilaniem, *9* — wyłączniki elektrotechniczne, *10* — wyłącznik skrajny (lewy), *11* — wyłącznik skrajny (prawy), *12* — gniazda wtykowe nadwozia, *13* — zawieszenie koła, *14* — popychacz, *15* — dźwignia, *16* — obsada, *17* — przekładnia 1:4...1:80, *18* — wał (stal Ø 3 × 103 mm), *19* — łożysko wału, *20* — łożysko kulkowe Ø $^{5}/_{16}$ mm (może być pominięte), *21* — przekładnia napędowa 1:4...1:80, *22* — gniazdo wtykowe odbiornika, *23* — wspornik (aluminium 1 mm), *24* — rama podwozia, *25* — osłona i łożysko przekładni.


Samochód osobowy FIAT







STERUS – 5
Zdalnie kierowany model szybowca i motoszybowca
Arkusz 1 (początek)
Skala 1 : 1




10×
11
12
13×
14
15
16
17
18
19
20
Krawędź do 1 dźwigara okleić od góry kartonem na całej długości skrzydła
Sosna 2×5 mm
Sosna 2×4 mm
Sosna 1×3 mm
Łuki - sosna lamelowana, sklejka lub balsa
Sosna 2,5×10 mm
Łuki - sosna lamelowana, sklejka lub balsa
10mm
5mm
10mm
10mm
10 mm
A
B
C
D
E
Wręgi kadłuba
Sklejka lub drewno
Konstrukcja płaska - balsa albo lipina 5mm lub klasyczna - z żebrami ze sklejki 1mm (profil symetryczny)
Balsa lub lipina
Sosna 5×5 mm
Balsa lub lipina
Sosna 5×5 mm
φ 4mm
± 0°
Sklejka 1,5 mm
Uwaga: Poziom montażowy kadłuba - na całej długości
Sosna lub sklejka
STERUS – 5
Arkusz 2 (dokończenie)
Skala 1 : 1



Materiały: części 1, 2, 3 — balsa 2 mm, 4, 5, 6, 7, 8 — balsa 3 mm, 12, 13, 14, 15, 16, 17 — balsa 1,5 mm, 10 — balsa 15 × 80 × 25 mm, 11 — balsa 20 × 97 × × 40 mm, 9 — sosna 5 × 5 mm, 18 — sklejka 1 mm, 19 — mosiądz ⌀ 6—8 × × 270 mm, 20 — stal ⌀ 4 × 300 mm, 21 — stal ⌀ 4—10 × 35 mm, 22 — silnik elektryczny, 23 — śruba 2-łopatowa ⌀ 55 mm, 24 — mosiądz 1 mm, 25 — mosiądz ⌀ 5—7 × 35 mm, 26 — akumulatory 24 V, 2 Ah, 27 — zasilanie odbiornika, 28, 29 — mechanizmy wykonawcze, 30 — odbiornik 3 lub 4-kanałowy, 31 — aluminium 1 mm.

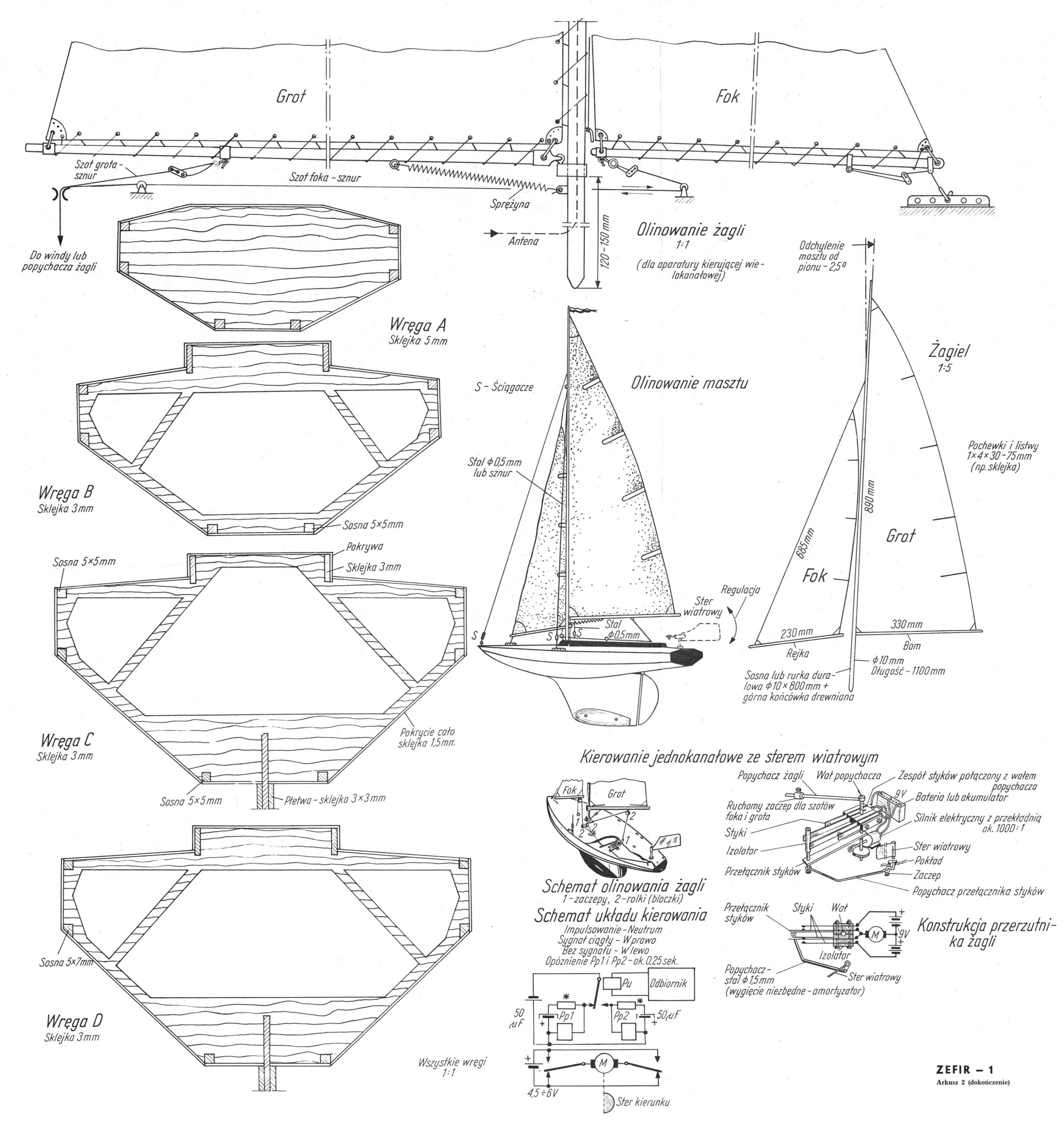
Wyważenie modelu — w 1/3 długości kadłuba od rufy (od tyłu).

ZDALNIE KIEROWANY MODEL PŁYWAJĄCY FX-VII
(z lewej rysunek zestawieniowy, z prawej — elementy konstrukcyjne)
Konstruktor: wielokrotny rekordzista i mistrz Europy — Willi Senff
Klasa: F1-E500 (lub z napędem silnikiem spalinowym 5—10 cm³)



ZEFIR – 1

Zdalnie kierowany model jachtu
Arkusz 1 (początek)
Skala 1 : 1



ZEFIR – 1

Arkusz 2 (dokończenie)